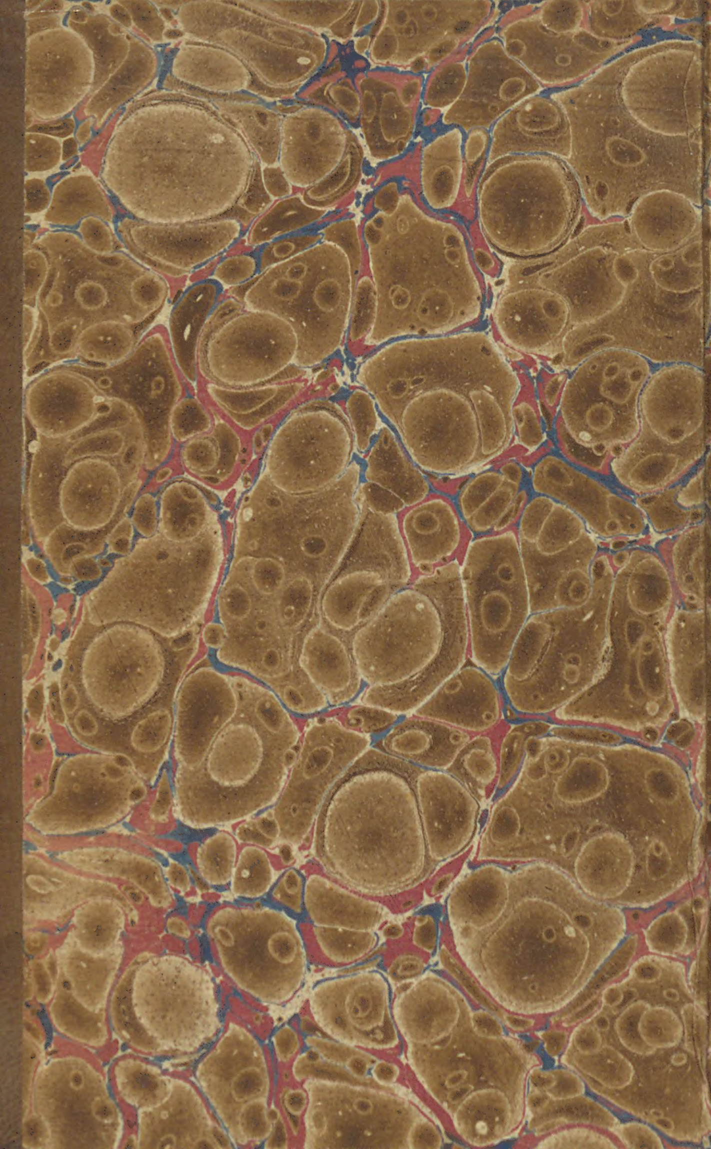
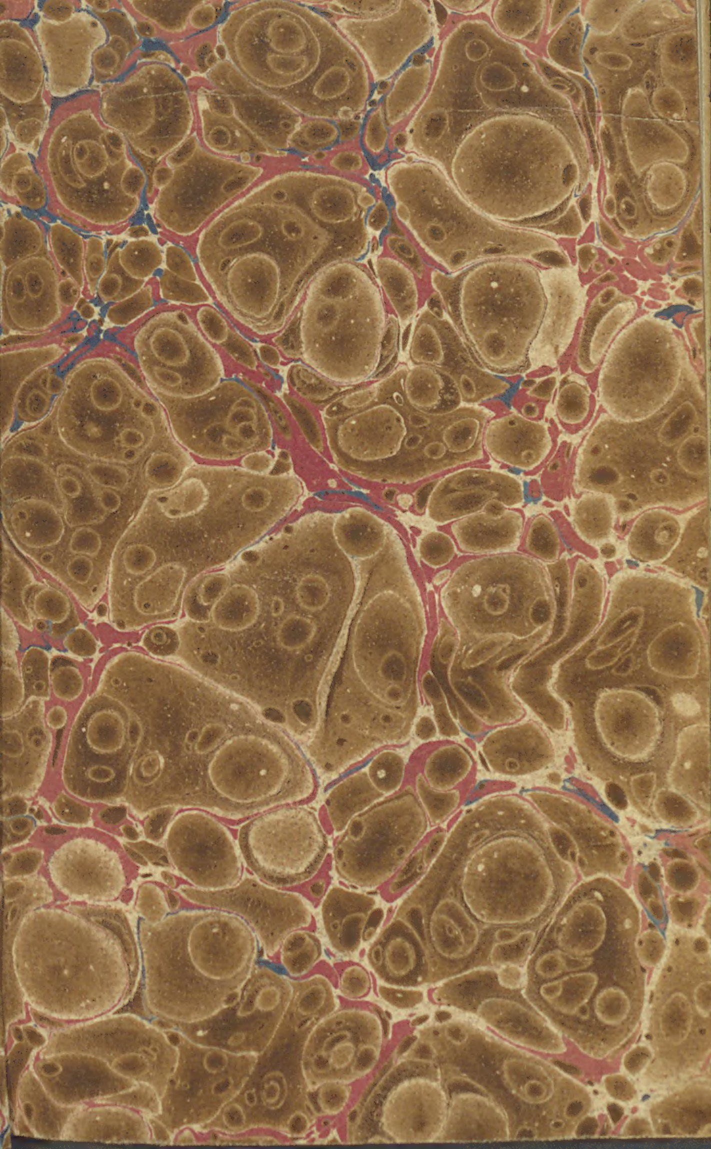






PRINCIPIOS ELEMENTALES

DE FÍSICA

Y ASTRONOMÍA.

PRINCIPIOS ELEMENTALES DE FÍSICA Y ASTRONOMÍA,

PARA USO

DE LOS QUE NO HAN FRECUENTADO LAS AULAS, NI ESTUDIADO MATEMÁTICAS.

OBRA

Compuesta por las de los mas modernos Autores extrangeros y nacionales. Con todos los últimos descubrimientos hechos en la ciencia.

POR

DON SANTIAGO DE ALVARADO Y DE LA PEÑA, *Notario de los reinos y del ilustre colegio de Madrid, editor y adiccionador de la Enciclopedia de la juventud y de otras obras literarias.*

MADRID:

POR LA HIJA DE DON FRANCISCO MARTINEZ DÁVILA, *Impresor de Cámara de S. M.*

1829.

Se hallará en Madrid en la librería de *Razola*, calle de la Concepcion Gerónima.

PRÓLOGO.

Ofrezco al Público estos Principios elementales de Física y de Astronomía al alcance de todo género de personas, aunque no hayan estudiado matemáticas, *porque los creo útiles y necesarios á mis conciudadanos, cualesquiera que sea el arte, oficio, ó profesion que ejerzan, y aun á aquellos que por sus riquezas y comodidades no ejerzan ninguno. Todos, y hasta las señoras, hallarán en esta obra objetos dignos de su atencion, y motivos para alabar al Criador viendo su magnificencia, su sabiduría, su poder y las mas asombrosas maravillas en las cosas al parecer mas indiferentes y pequeñas. No hay ciencia mas hermosa que la Física: ella nos descubre los misterios y arcanos de la naturaleza, las propiedades generales de los cuerpos, y có-*

mo obran unos respecto de otros; la mecánica, el aire, el agua y sus meteoros, el fuego y los suyos, la luz, la electricidad, el magnetismo, los volcanes &c. todo, todo, se somete á su exámen, y de todo da razon y descubre sus misterios al hombre observador. Apenas se hallará una página donde no se encuentre una maravilla. ¿Y qué diremos si por medio de la astronomía nos remontamos á la inmensidad del firmamento y paramos en él nuestra consideracion? Esos astros, esos puntos brillantes que descubrimos y conocemos con el nombre de estrellas *¡cuán maravillosas son si consideramos la inmensidad de su volúmen, que aun nos es desconocido, y la inconmensurable distancia á que se hallan de nosotros! Conocemos y sabemos la del Sol y la Luna, á pesar de que la del primero pasa de 34 millones de leguas; mas en cuan-*

to á las estrellas ni aun por aproximacion sabemos su distancia. ¡Cual será pues su magnitud y su luz cuando desde ella llega á nuestros ojos! Podemos pues creer que la menor estrella es tan grande cuando menos como nuestro Sol. ¿Y quién sabe si cada una será otro Sol y el centro de un sistema planetario como lo es el que conocemos? Jamás un débil mortal llegará á saber esto á ciencia cierta, y siempre será para él un arcáno impenetrable; pero arcáno que le hará adorar y reconocer humildemente su pequeñéz y la grandeza del ser Supremo; porque á la verdad, ¿qué es el hombre en comparacion de cualquiera de los cuerpos que pueblan el espacio? Un grano de arena, un átomo enmedio de la inmensidad del Oceano: hablo con respecto al hombre considerado solo físicamente; pues considerado moralmente es

imágen de Dios, es la obra de sus manos mas perfecta y el Rey y dueño del Globo que ocupa y seres que le pueblan.

En fin creo que esta obra agradará: todo lo que contiene es de Bendant, Biot, Brisson, Libes, el padre don Teodoro de Almeida, Vallejo, Verdejo, Antillon, Bails, Mieg y otros ilustres Autores nacionales y extrangeros de donde lo he recopilado y traducido, como se verá por las citas que hago de ellos al pie, señalando con asterísticos cuanto he copiado literalmente de los españoles. Yo me he propuesto reunir en un solo volúmen en octavo cuanto hay de esencial y digno de saberse en la física y en la astronomía, suprimiendo los cálculos algebraicos usados en tratados de esta especie: porque quiero que me entiendan los hombres mas rústicos y sencillos, las señoras y los niños; y

que acaso esta obra pueda servir de texto en las escuelas. No sé si habré acertado en mi proyecto. No temo la crítica de los sabios, que venero, porque cuento con su indulgencia, mucho mas haciéndose cargo que cuanto contiene mi obra es tomado de las suyas, y que solo escribo para gente sencilla que desea saber algo, y no para profesores y maestros que pueden enseñar mucho mas de lo que aquí se contiene y de lo que yo mismo sé. Por lo tanto pongo mi obra bajo la proteccion de los españoles de ambos sexos que desean sinceramente y sin vanidad ni prevencion instruirse; los cuales no podrán dejar de agradecerme al menos el trabajo que me he tomado en reunir en corto volúmen, de poco coste, lo que está esparcido en obras muy difusas que prescindiendo de su valor quizá no podrian leer, y muchos acaso no entenderian.

Este tratado estaba destinado para la obra de la Enciclopedia de lo juventud ó compendio de todas las ciencias *(de que soy edictor) como una de las muchas é interesantes adiciones qae he puesto en ella; pero considerándolo difuso para aquella obra, me contenté con insertar en el fin del primer tomo y principio del segundo un extracto, el cual ha merecido la mayor aceptacion del público, que es lo que me anima ahora á dar este tratado por entero y por separado, como lo haré igualmente con otros; tales como la* Historia natural, la Química, la Cronología y la Historia universal y particular de España; *todos los cuales añadí tambien á la Enciclopedia y el Público se ha dignado asimismo acoger favorablemente. Pero entretanto esto se verifica, solo deseo que esta obrita pueda ser útil á cuantos la lean, segun es el objeto que me propongo.*

PRINCIPIOS ELEMENTALES

DE

FISICA.

NOCIONES PRELIMINARES.

¿*Qué es lo que se llama* Física?

Una ciencia que nos enseña la causa de todo lo que pasa en la Naturaleza. Se la divide en *Física* propiamente dicha y en *Química*, de la que no es mi intento tratar por ahora. La Física propiamente dicha tiene por objeto el estudio de las propiedades mas generales que presentan las materias inertes en los estados sólido, líquido, fluido aeriforme y fluido incoercible: examina las acciones mecánicas que bajo estos diferentes estados ejercen los cuerpos unos sobre otros, y las diversas circunstancias de sus movimientos.

Los cuerpos, pues, bajo los cuatro diferentes estados que acabamos de citar, presentan unas propiedades particulares, de las que vamos á tratar luego con aquella brevedad propia de la cortedad de esta obra, aplicándolas á las diversas circunstancias del movimiento; pero ante todas cosas conviene explicar ciertas nociones preliminares que son indispensables al lector para comprender mejor las diversas materias que abraza la Física.

Se llama *espacio indefinido ó absoluto* la idea que queda despues de haber hecho abstraccion con el pensamiento de todos los cuerpos del Universo: cada parte de este espacio ó de este vacío, que se puede concebir limitado de diferentes maneras, se llama *espacio limitado*, ó espacio relativo.

Se llama *cuerpo* la extension limitada dotada de propiedades materiales que nuestros sentidos pueden percibir de diferentes modos: ó mas claro, se da

el nombre de *cuerpo* á todas las sustancias materiales, de cuya reunion resulta la composicion del Universo, y que se nos manifiestan por medio de alguno de nuestros sentidos.

¿*Cuales son los* cuerpos sólidos?

Los que como la piedra, la madera &c. presentan al tacto una resistencia bastante sensible para poder ser cogidos y apretados con los dedos. Son susceptibles de ser cortados de diversos modos y conservan inmediatamente la figura que se les dá ó la que ellos pueden tener naturalmente.

Las arenas y el polvo no son mas que una reunion de pequeñas partículas sólidas sin conexion alguna entre sí, y de las que al menos se puede tomar cierta porcion si su tenuidad no permite aislar á una sola. Aunque estas partículas son susceptibles de rodar las unas sobre las otras cediendo al menor choque, no obstante se las puede reunir en montones mas ó

menos considerables.

¿Cuales son los *cuerpos líquidos?*

Los que como la agua no manifiestan inmediatamente al tacto sino una muy débil resistencia bastante sensible sin embargo para indicar su presencia aun en el estado de reposo. No pueden cogerse ni apretarse entre los dedos como los cuerpos sólidos, ni tampoco amontonarse, y no conservan otra figura que la que puede hacerseles tomar en vasos.

¿Qué son los *fluidos aeriformes?*

Unos cuerpos, la mayor parte invisibles, que, como el aire que nos rodea, no pueden palparse, ni manifiestan en ninguna manera su presencia al tacto cuando están en reposo. Pero se reconoce su existencia con certeza cuando están en movimiento; así v. g. no podemos dudar de la *corporalidad* del aire atmosférico por el esfuerzo que tenemos que sufrir cuando estamos expuestos á un gran viento. Por

otra parte los fluidos aeriformes pueden encerrarse en vasos, excluir de ellos á los líquidos, ó excluirse mutuamente á sí mismos; y si pueden ser comprimidos hasta cierto punto en los vasos en que están exactamente encerrados, resisten muy luego á la presion con gran fuerza.

¿Que influencia tiene la temperatura sobre el estado de los cuerpos?

Mucha: el mismo cuerpo segun las diversas circunstancias puede presentarse sucesivamente bajo los diferentes estados que acabamos de indicar. La mayor parte de los cuerpos inorgánicos que son sólidos á la temperatura ordinaria, puede reducirseles al estado líquido por una mas alta temperatura de un número de grados mas ó menos considerable, como sucede con la cera, el azufre, la mayor parte de los metales &c. Sin embargo existen cuerpos que con suma dificultad pueden fundirse; y solo en

estos últimos tiempos se ha conseguido por medio de algunos instrumentos particulares. Hay otros cuerpos que podrian fácilmente licuarse, si no fuesen susceptibles de descomponerse por el calor: tal es por ejemplo el mármol; pero con algunas precauciones se puede tambien llegar á fundirlos.

Todos estos cuerpos reducidos al estado líquido por una elevacion de temperatura, cuando ésta disminuye vuelven á tomar el estado sólido. Del mismo modo los cuerpos que á la temperatura ordinaria son líquidos, se solidifican á una mas baja; así v. g. el aceite que es líquido durante los calores del estío, toma consistencia de ungüento helándose en el invierno: el agua toma el estado sólido á cero del termómetro, el mercurio se solidifica hácia los 59 grados bajo de cero del termometro centigrado ó 31 del de Reaumur.

Sin embargo existen cuerpos lí-

quidos como el espíritu de vino que no pueden solidificarse á ningun grado conocido de frio á que se les esponga.

Muchos cuerpos reducidos al estado líquido pueden tomar aun el aeriforme por un aumento de calor; así el mercurio toma este estado á la temperatura de 346 grados. El agua se sabe que le toma súbitamente á la temperatura de 100, el espíritu de vino á 78, y que otros cuerpos pueden pasar á él á temperaturas mas bajas.

En general no existirian mas que cuerpos aeriformes si en la superficie del globo fuese la temperatura mas fuerte que lo que es habitualmente; de donde se sigue que los cuerpos que á la temperatura ordinaria están en el estado aeriforme, se hallarian entonces en un estado tan prodigioso de raridad que no seria posible designar su peso, ni quizá coercirlos.

Los cuerpos pueden volver del estado aeriforme al estado líquido por

la diminucion de temperatura: tambien se puede reducirlos á este estado compriméndolos en un vaso, juntando de este modo las partículas materiales unas á otras. En esta operacion se desprende mucho calor.

La mayor parte de los cuerpos gaseosos á la temperatura ordinaria no pueden ser reducidos al estado líquido por ningun grado conocido de frio ni por la presion.

¿Cuántos son los fluidos incoercibles?

Los fluidos incoercibles ó imponderables son cuatro: se han imaginado para explicar los fenómenos del *calor*, de la *luz*, de la *electricidad* y del *magnetísmo.* No se ha podido aun determinar ni su impenetrabilidad ni su peso, lo que hace un poco dudosa su existencia; pero sin embargo parece bastante bien probada por las diversas circunstancias de sus movimientos.

PROPIEDADES GENERALES DE LOS CUERPOS.

¿A qué llamamos propiedades generales de los cuerpos?

Debemos mirar como *propiedades* en los cuerpos ciertos modos de obrar, que son constantes; y como *propiedades* generales las que pertenecen á todos ellos y que nuestros sentidos nos hacen percibir. No se pueden conocer sino por la experiencia.

¿Cuáles son estas propiedades generales?

La extension, la divisibilidad, la figurabilidad, la impenetrabilidad, la porosidad, la rarefactibilidad, la condensabilidad, la compresibilidad, la elasticidad, la dilatabilidad, la mobilidad y la inercia: cuyas propiedades pertenecen á todos los cuerpos sin excepcion, pero en diferentes grados.

¿Qué es la extension?

La propiedad que poseen todos los

cuerpos de tener una magnitud determinada, en la que concebimos siempre una agregacion de partes. Esta extension por pequeña que sea tiene siempre tres dimensiones que son *longitud, latitud y profundidad*, ó grueso. Luego todos los cuerpos que tengan estas tres dimensiones son necesariamente extensos.

Esplicadme qué es la Divisibilidad.

Tan pronto como se ha concebido la idea de la *extension* se adquiere la de la *Divisibilidad*; porque si un cuerpo tiene extension se puede concebir la mitad, despues la mitad de esta mitad, y así sucesivamente hasta lo infinito. A esto se llama *Divisibilidad* ideal ó *geométrica*. Hay otra que es la *real* ó física de la que voy particularmente á hablaros. La primera es ilimitada, y se ignora si tambien lo es la segunda. Todo lo que nos enseña la experiencia respecto á esto es que existen muchos cuerpos á los cua-

les se les puede dividir en partículas tan tenues que aisladamente se hacen inperceptibles á nuestros sentidos.

No podemos pues, tener idea de un cuerpo, sin concebir un agregado de partes; es facil concebir asímismo que estas partes así reunidas para formar un cuerpo pueden ser separadas unas de otras; en virtud de lo cual se sigue que todos los cuerpos son divisibles, y que la *divisibilidad* es una propiedad general de ellos; de modo que no hay ninguno que sea realmente indivisible, y todos pueden ser divididos en muchas partículas.

Se sabe que con unos instrumentos y organos convenientes se puede, con mas ó menos facilidad, dividir un cuerpo sólido, por pequeño que sea, en partículas extremamente delicadas, en una palabra reducirlo á polvo; pero estas partículas adquierén muy luego una tenuidad tal que ya no es posible aislarlas para sometarlas á nuevas

exhalan de un licor que se hace calentar ó hervir, los olores que respiramos al acercarnos á las flores, á las plantas y á todos los cuerpos odoríferos, son otros tantos corpúsculos que se desprenden por la accion del fuego ó por la del calor que incesantemente conserva la naturaleza sobre nuestro globo, que es el que pone todo en movimiento.

Un grano de almizcle se deja percibir de una manera incomoda durante el espacio de diez años en un aposento en que se remueve el aire todos los dias, sin experimentar alteracion sensible en su volúmen en tan largo intervalo de tiempo.

Un perro persigue á un ciervo durante seis horas, algunas veces, sin tener regularmente otra guia que el olor que el fugitivo animal esparce ó arroja de sí. ¿Cuantas particulas ó corpúsculos no dejará escapar para trazar tan largo tiempo su camino que

conduce tambien á otros cuarenta animales que á veces le persiguen á un mismo tiempo, á vista de los cuales se escapa en varias ocasiones? ¡Admiremos el poder infinito del Ser supremo en esta maravilla!

Un grano de carmin basta para colorear diez azumbres de agua en que se haya hecho disolver; es decir, que este grano está dividido en un millon ochocientas cuarenta y tres mil y doscientas partes sensibles; porque diez azumbres contienen veinte libras, ó ciento ochenta y cuatro mil trescientos veinte granos de agua, porque son menester nueve mil doscientos diez y seis granos para hacer una libra, y son necesarias cuando menos diez partículas de carmin para colorear uniformemente cada grano de agua.

La experiencia ha probado tambien que haciendo pasar una onza de oro por la *Hilera* y *Laminero*, (1) se

(1) Instrumentos ó maquinas de que se

la puede dividir en sesenta y siete millones seiscientas diez y seis mil partes cada una de una línea.

Los hilos de plata dorada con que se cubren los de seda que sirven para la fabricacion de los galones de oro, nos ofrecen tambien un ejemplo de divisibilidad asombrosa.

Para preparar estos hilos metálicos se principia por dorar un barrote de plata de cierta grosura: se hace pasar en seguida á este barrote por los diferentes agugeros de la hilera, y cuando está reducido al grueso de un cabello, se le aplana pasándole por entre los rodillos del laminero.

Un barrote de plata del peso de 18 grammas (1) puede dorarse con

sirven los tiradores de oro para alargar y planar este metal.

(1) En Francia la unidad de peso que se llama *grammo* es el centímetro cubico de agua destilada tomada á cuatro grados sobre cero; y equivale á 18 granos y medio poco mas ó menos, peso de Francia; y 20 granos y 31 par-

cinco centígramos de oro (volúmen de este metal igual poco mas ó menos á la cabeza de un alfiler ordinario un poco gruesa). Este barrote estirado en forma de hilo delgado y aplastado, puede tener séis mil metros de largo (cerca de legua y media) y sobre un cuarto de milimetro de ancho: como está dorado por ambos lados, puede suponerse uno, lo que haría 12000 metros (tres leguas) de largo; ademas puede por su anchura este hilo dividirse en cuatro, lo que da cuarenta y ocho mil metros (12 leguas) de largo, ó 48 millones de milimetros. Cada milimetro de largura puede ser dividido fácilmente en 16 partes visibles, lo que forma por consecuencia 768 *millones de partes visibles en los cinco centígramos de oro.* Pero hemos dejado las dos caras ó lados laterales de este hilo que

tes de otro del Marco Real de Castilla, como se dirá en su lugar cuando se trate de los pesos y medidas francesas.

tambien están doradas: si se las entra en el cálculo se tendrán aun doce mil metros (tres leguas) de largo, ó doce millones de milímetros, que cada uno podrá dividirse en diez y seis; lo que dará ciento novenca y dos millones de partículas. Añadida esta suma á los *setecientos sesenta y ocho millones* que ya teniamos, resultará un total de *novecientos sesenta millones de partes visibles á la simple vista*, número ya muy considerable, pero que se aumenta á lo infinito si se imagina mirar estas partículas con el microscopio que permitirá concebirlas aun divididas en una multitud de otras. Se estima que la película de oro que cubre estos hilos no tiene mas de la doscienta veinte y dos milésima parte de un milimetro de grueso.

Apenas me creereis si os digo que existen animales infinitamente mas pequeños que las partículas que acabo de citar; pero podeis convenceros de

ello haciendo estar al aire libre por algun tiempo ciertas decociones de plantas. Examinando en seguida estos líquidos con un microscopio, se reconoce en ellos unos animales excesivamente pequeños que se mueven con mucha velocidad. Segun los cálculos de Lewenhoëk se necesitarían cuando menos cincuenta *trillones de ciertos de estos animales para llenar un espacio de un centimetro cúbico*, de suerte que podrían estar muchos millares sobre la punta de una aguja.

El célebre filosofo Wolf observó en el espacio de un grano de polvo quinientos huevos que son el origen de ciertos animales semejantes á unos pescados, en los cuales se notaba, á favor del microscopio, una infinidad de partes como en los mas grandes del mar.

El mismo autor hace ver que el menor grano de arena puede servir de morada á doscientos noventa y cua-

tro millones de animales, que están organizados, propagan su especie, tienen nervios, arterias, venas y otra infinidad de vasos en los cuales circulan de continuo diferentes licores.

Me he detenido mas de lo que conviene á la brevedad que me he propuesto en esta obra en daros ejemplos de la asombrosa divisibilidad de la materia, (de los que aun podrían referirse otros muchos que omito porque los expresados bastan) para excitar vuestra admiracion y reconocimiento al Supremo Criador, y para que alabeis su inmenso poder.

¿Teneis algo mas que decirme sobre este punto?

Si: y es que cuando dividiendo una materia cuanto es posible no percibimos mas que uniformidad en todas las moléculas ó pequeñas masas que la componen, se la da el nombre de *simple*, suponemos que todas sus partes son de una misma naturaleza y las lla-

mamos *homogeneas.* Al contrario, damos el nombre de *cuerpos mixtos* á aquellos cuyas partes separadas no se parecen unas á otras, como las plantas, los animales &c., en las cuales se vé que muchas materias heterogeneas, es decir, esencialmente diferentes, concurren á la composicion del todo.

¿Qué es la figurabilidad?

La propiedad que es natural á todos los cuerpos de tener una figura cualquiera. Todos ellos están terminados por superficies; éstas tienen necesariamente cierto órden entre sí, y á este órden ó arreglo se le dá el nombre de *figura.*

Entre las formas bajo las cuales se nos presentan los cuerpos sólidos, hay un gran número que son producidas por el arte; otras que resultan de algunas causas mecánicas accidentales que han obrado sobre estos cuerpos despues de su primera for-

macion, los han quebrado, han envuelto y redondeado sus fragmentos; otras en fin que dependen inmediatamente del modo con que las partículas integrantes se han ordenado en el acto de la solidificacion.

Las formas regulares que se designan bajo el nombre de *cristales*, son unos poliedros (figura de 5 lados) términados por facetas planas, unidas, regulares, y tan brillantes algunas veces como si hubiesen sido tajadas por un lapidario: citaremos aquí como ejemplo el *cristal de roca*, que ofrece frecuentemente con una perfecta transparencia unas agujas prismáticas hexaedras terminadas por piramides de seis lados ó facetas; *el alumbre* que cristaliza en octaedro (figura de ocho lados), la *sal comun* que cristaliza en cubo (figura que presenta seis caras cuadradas es decir un dado) &c.

Las formas regulares se hallan abundantemente en la naturaleza y to-

dos los dias las obtenemos de diversas maneras en nuestros laboratorios, sea abandonando á sí misma la solucion de un sólido en un líquido, sea dejando enfriar lentamente un cuerpo que ha sido fundido, sea tambien reduciendo á vapores algunos cuerpos que son susceptibles de ello, y que se deponen en forma de cristales en la pared superior del vaso en que se hace la operacion.

Las formas irregulares se presentan bajo diferentes aspectos: ya son agujas rayadas ó acanaladas á lo largo; ya son masas cuya extructura es muy variada: aquí están compuestas estas masas de láminas bastante extensas aplicadas unas á otras, ó de pequeñas láminas entremezcladas; allí son un monton de fibras derechas ó redondeadas, paralelas, divergentes ó entrelazadas: en otra parte son un monton de granos mas ó menos finos, que muchas veces tienen poca adherencia

entre sí; ó en fin son masas compactas en las que no se reconocen ni láminas, ni fibras, ni granos. La causa de estas diferencias parece depende de las diversas circunstancias que acompañan á la agregacion de las partículas.

¿Qué es la Impenetrabilidad?

La propiedad que tienen todos los cuerpos de no poder ocupar un mismo lugar al mismo tiempo, y por la cual se desalojan recíprocamente; es decir, para explicarme mas claro, que el punto, sitio ó lugar que ocupa un cuerpo no puede ser ocupado por otro cuerpo alguno sin haber sido desalojado aquel que le ocupaba. *La impenetrabilidad, pues, es la propiedad que tiene un cuerpo de excluir del lugar que él ocupa á todos los otros cuerpos* (1).

(1) Para comprender bien esta propiedad en todos los casos, es necesario distinguir el volúmen de un cuerpo del espacio real que

La impenetrabilidad anuncia la existencia de una materia cualquiera: esta propiedad da lugar á los diversos géneros de movimiento; porque si los cuerpos fueran penetrables no podrian dar ni recibir impulsion alguna: por otra parte no se podria concebir movimiento donde nada existiese; de modo que donde se reconozca movimiento se puede anunciar la existencia de un cuerpo.

Es inútil entrar en ningun pormenor para probar que los cuerpos sólidos son impenetrables entre sí; pues que evidentemente un cuerpo no puede ocupar el lugar de otro sin desalojarlo de él. Pero si se quiere probar que los cuerpos sólidos son igualmente impenetrables á los líquidos y á los fluidos aeriformes, es necesario,

él ocupa, porque todos ellos son mas ó menos porosos; y en virtud de estos poros muchos cuerpos en la apariencia se dejan penetrar y sufren diversas mutaciones notables.

para formarse una idea exacta de esta propiedad, distinguir cuidadosamente el volúmen del cuerpo, ó su grandor aparente, del espacio real que ocupa: por ejemplo, un montoncillo de arena presenta cierto volúmen; pero este grandor aparente no indica el espacio real ocupado por la arena, porque entre cada grano se halla una cierta extension que podría ser ocupada por otro cuerpo. No obstante, bajo de este volúmen existe una cierta cantidad de partes que ocupan solas los sitios que tienen y que excluyen de ellos á todo otro cuerpo. Resulta de estas observaciones que la impenetrabilidad debe entenderse las mas veces de las partes sólidas que se hallan en los cuerpos, y no del volúmen mismo de este cuerpo; así aunque un monton de arena pueda dejar penetrar en él una cierta cantidad de agua, no es por eso sin embargo menos impenetrable, porque el volúmen embe-

bido de agua jamás excede al que representa la suma de los vacíos que se hallan entre los diferentes granos.

Si algunos líquidos pueden introducirse en ciertos cuerpos sólidos, es á favor de los poros imperceptibles de que estos están acribados. Por el mismo medio se introducen en los cuerpos los fluidos aeriformes; y la analogía nos conduciría á creer que sucede lo mismo con los fluidos incoercibles.

¿*Qué es la* Porosidad?

La propiedad que tienen todos los cuerpos de tener unos vacíos entre sus moléculas. En efecto, aunque la actraccion molecular solo obre cuando éstas están infinitamente cercanas unas de otras, parece sin embargo que las moléculas en sus reuniones no se hallan en contacto inmediato; porque el interior de los cuerpos sólidos está acribado de una infinidad de pequeños vacíos á los que se ha dado el nombre de *poros*. En Francia la mayor parte

de los físicos piensan que existe mas vacío que lleno, es decir, que la distancia entre las moléculas de los cuerpos es incomparablemente mayor que los diámetros de estas moléculas; lo que es necesario admitir para hacer entrar la atraccion molecular bajo la misma ley que la atraccion planetaria que obra en razon inversa del cuadrado de la distancia entre los cuerpos que se atraen. Por esto mismo se mira en Francia la porosidad como una cualidad esencial de la materia; pero los físicos alemanes miran, por el contrario, esta propiedad como accidental.

Dadme algunos ejemplos de la porosidad de los cuerpos sólidos.

La piel es un cuerpo muy poroso; porque si se encierra mercurio en una piel despojada de su epidermis, y en seguida se somete á una presion, aunque sea débil, se ve salir este metal bajo la forma de una lluvia muy

menuda: decimos una piel despojada de su epidérmis, porque esta es mucho menos porosa: la piel de carnero se halla sobre todo en este caso: nos servimos de ella muchas veces para formar sacos que sirven para transportar el mercurio.

Los metales mismos son muy porosos; porque si se llena de agua una bola metálica de paredes delgadas, y despues de haberla tapado bien la boca se la somete á la accion de una prensa, se ve aparecer el líquido en la superficie como un rocío.

Hay sin embargo muchos cuerpos en los cuales es dificil reconocer la porosidad. El vidrio, por ejemplo, se halla en este caso; pero la facultad de disminuir de volúmen al pasar de cierta temperatura á otra mas baja, parece probar que en el primer caso las moléculas estaban mas apartadas unas de otras que en el segundo, y por tanto que el vidrio es un cuerpo po-

roso aunque sus poros sean imperceptibles á nuestros sentidos.

La facultad que tienen ciertos cuerpos de embeber los líquidos, es tambien una prueba de su porosidad; pero se nota que todos los cuerpos no embeben indiferentemente todos los líquidos; el marmol por ejemplo no embebe al agua, mientras que embebe con facilidad al aceite y los cuerpos crasos derretidos; la madera al contrario embebe mas fácilmente el agua que el aceite.

¿Hay algunos fenómenos particulares producidos por la imbibicion de los líquidos?

Sí, y muchos: Hay líquidos que introduciéndose en los sólidos aumentan mas ó menos el volúmen de éstos. El agua, por ejemplo, produce este efecto sobre casi todos los cuerpos; pero el aceite puede embeber un cuerpo sin que por eso mude de volúmen: para convencerse de esto se puede dejar embeber aceite en una pequeña ti-

ra de papel despues de haberla medido exactamente. Es una cosa notable que el agua puede penetrar aun en una sustancia embebida de aceite, y aumentar su volúmen casi tanto como si el aceite no se hallase en ella.

Las sustancias cuyas partículas tienen entre sí una fuerza de cohesion bastante considerable, como v. g. el marmol, no aumentan sensiblemente de volúmen por la imbibicion de la agua; pero aquellas, cuya fuerza de cohesion no es tan grande, aumentan entónces mas ó menos en todas sus dimensiones como la *arcilla*, *la greda* &c; pero en los cuerpos orgánicos ya secos, ó en los cuerpos compuestos de materias organicas, es sobre todo donde es muy considerable el aumento de volúmen, como puede observarse en la madera, el papel &c.

Ya se sabe que los toneles á quienes se ha dejado secar se desunen, y no pueden contener liquidos; pero si

se les deja permanecer algun tiempo en el agua, se hinchan las maderas y se cierran las aberturas que dejaban entre sí.

Si despues de haber medido una pequeña tira de papel se la moja en agua durante algunos instantes, se reconocerá midiéndola nuevamente que ha crecido en todas sus dimensiones, pero secándose vuelve á su primer grandor. Esta especie de experiencia se hace siempre que se trata de tender una hoja de papel sobre un cuadro. Se principia por mojarla; despues se pegan sus orillas sobre las del cuadro. En este estado se ha agrandado la hoja de papel en todas sus dimensiones, pero restituyéndola la sequedad á su primer grandor, y hallándose sus orillas retenidas por todos lados, se extiende en todas sus partes, y muchas veces si se la ha extendido demasiado cuando estaba mojada, sucede que se desgarra ó

despega. Este último efecto se manifiesta en los enmaderamientos ó entablados que se han construido con maderas verdes ó humedas, pues se desunen por la sequedad, y aun se hienden, si las junturas son demasiado sólidas para ceder.

Hay muchos cuerpos que se alargan en los tiempos humedos absorviendo el agua que entonces se halla en la atmósfera: los retorcidos, como las cuerdas de tripa, se alargan y destuercen al mismo tiempo.

Pueden tener los cuerpos dispuestas de tal modo sus partes, que haya prolongacion en un sentido, y estrechura en otro. Las cuerdas, pues, son un ejemplo de ello. Cuando se mete en agua una cuerda aumenta de diámetro, y disminuye de longitud. Estos dos efectos son consecuentes uno de otro, y son debidos á la oblicuidad de las fibras que están torcidas en espiral. La cuerda por la sequedad vuel-

ve á tomar un poco de longitud; pero jamas vuelve á su estado primitivo, porque las partículas experimentan demasiada frotacion para poder deslizarse unas sobre otras.

Las telas, que pueden mirarse como compuestos de cuerdecitas cruzadas, no se estrechan en el agua en todos sentidos cuando son nuevas: su tegido al mismo tiempo se hace mas tupido. Despues de mojarse muchas veces ya no se angostan. Si por el contrario se moja un pedazo de tela vieja, se vé que se alarga en todas direcciones, pero en secándose vuelve á su primer grandor. Es facil concebir que la causa de este efecto depende de que los hilos de la tela se han destorcido por el mucho uso, y se han hecho paralelas las partes que los componen.

Cuando durante la imbibicion no penetra el líquido igualmente en todas las partes, el cuerpo se vicia y

desfigura mas ó menos. Por ejemplo, si se moja una hoja de papel por un lado solamente, al momento se encorba por el otro, porquė el primero se agranda por la accion del líquido y el segundo no.

Si nuestros maderajes se desfiguran y encorban en los lugares humedos, es porque la humedad los alarga por la cara que mira á la pared, mientras que la otra queda intacta. Ordinariamente se hace pintar al olio la superficie exterior de nuestros entablados, dejando sin hacerlo con la que mira á la pared. Este medio no hace mas que apresurar la destruccion, porque si la cara exterior pudiese tambien embebér humedad, la madera se viciaría ó desfiguraría menos. Mas valdría, pues, hacer pintar la cara interior, ó mas bien pintarlas ambas.

¿Se pueden hacer algunas aplicaciones en las artes que se refieran

á este género de efecto?

Sí: Cuando se quiere encorvar una tabla ú otra pieza de madera, por ejemplo, se enciende fuego bajo la cara por donde se quiere que encorbe, y se moja la opuesta; el fuego consume la humedad de la primera y la estrecha, y la humedad dilata la segunda: concurriendo estos dos efectos al mismo fin encurvan la pieza por gruesa que sea.

Si se quiere escribir alguna cosa en relieve sobre un pedazo de madera, se puede hacer de un modo muy sencillo: es necesario desde luego escribirlo en hondo, es decir, hundiendo la madera con un punzon, despues acepillar la superficie hasta hacer desaparecer los agujeros, y meter en seguida en agua la pieza de madera: entonces se hincha la materia, y las partes que habian sido comprimidas volviendo á tomar su primer volúmen, se quedan las letras en relieve.

Es muy notable la fuerza prodigiosa con que obra el líquido para aumentar el volúmen del cuerpo: alguna vez se hace uso de esta fuerza para producir grandes esfuerzos: por ejemplo cuando se quiere dividir una piedra en dos, nos contentamos varias veces con hacer en ella con el cincel unas hendiduras estrechas y profundas, en las cuales introducimos á fuerza cuñas de madera tierna secas al fuego; en seguida se mojan estas cuñas y el aumento de su volúmen basta para hacer estallar ó abrir la masa. Este método se practica en Francia frecuentemente para cortar las piedras de molino, y en Italia en las canteras con las piedras muy duras.

Tambien puede emplearse esta fuerza de otro modo para encoger las cuerdas y levantar el peso de que están cargadas: citaremos respecto á esto una anécdota interesante. En el tiempo del Papa Sixto V., se levan-

taba en Roma un obelisco traido de Egipto, cuyo considerable peso daba tanta inquietud á los arquitectos que se habia mandado guardar bajo pena de la vida el mas profundo silencio: era inmenso el número de los espectadores: máquinas númerosas se empleaban en levantar la masa: ésta se hallaba ya casi á nivel del pedestal; peró sobrecargadas las cuerdas de un peso tan considerable se habian alargado y se desesperaba de poder llegar á levantarla á la altura conveniente, cuando de enmedio de la multitud gritó una voz, *mojad las cuerdas* (1): se hizo, y el obeliscó fué colocado al momento.

Os doy gracias por la extension con que me habeis hablado de la Porosidad, y ejemplos útiles con que habeis confirmado esta propiedad general de los cuerpos. Sigamos viendo

(1) Era la voz del Arquitecto Zapaglia de Ferrara.

brevemente las demas, y así decidme:

¿Qué es la Rarefactibilidad?

La propiedad que tienen todos los cuerpos de aumentar de volúmen por la accion del calor. El ayre goza de esta propiedad en muy alto grado.

¿Qué es la Condensabilidad?

La propiedad contraria á la anterior, es decir, la que tienen los cuerpos de disminuir de volúmen por la accion del frio. Faltando el calor que habia separado sus moléculas, estas vuelven á tomar su primer estado, es decir, á juntarse otra vez.

¿Qué es la Compresibilidad?

La propiedad comun á ciertos cuerpos de poder disminuir de volúmen por la accion de una causa exterior, como la presion ó la percusion. En efecto, siendo porosos, esto es, dejando unos vacíos entre sus moléculas, si á estas se las comprime haciéndolas juntar, deben por consiguiente ocupar menos volúmen.

En las sustancias cuya porosidad se manifiesta inmediatamente á la vista como en la madera, el corcho, la piel de los animales &c. es extremadamente sensible la compresibilidad. Así apretando entre los dedos un pedazo de corcho, ó de corazon de sauco, se vé, por decirlo así, la aproximacion de las partículas: apretando entre los dientes un pedazo de madera se imprimen en ella señales que igualmente la indican: en estos diferentes cuerpos se aplanan los poros y se aproximan sus paredes: sin embargo hay cuerpos extremadamente porosos en los cuales no se manifiesta la compresibilidad, porque siendo poco flexibles no pueden desfigurarse las paredes de sus poros sin quebrarse; tal es por ejemplo la *piedra pomez.*

Se sabe que apoyándose fuertemente con la uña ó con una lámina de acero sobre una sustancia dúctil, como la cera, el plomo y los diferentes

metales; se producen en su superficie unas hundiduras mas ó menos considerables: pero no se podria concluir exactamente, como muchas veces se hace, que estos cuerpos son compresibles, porque en virtud de la ductilidad las partículas pueden haber sido solamente desalojadas, deslizándose las unas sobre las otras sin haber experimentado ninguna aproximacion entre sí. Para experimentar pues si los cuerpos ductiles son compresibles es preciso encerrarlos exactamente por todas partes de modo que no haya nada libre sino el punto por el cual se ejerce la presion.

Los cuerpos ductiles no porosos son muy poco compresibles. Haciendo la esperiencia (1) del modo indicado, se ha reconocido que los cuerpos só-

(1) Es muy dificil hacer estas experiencias, porque la menor hendidura basta para que el cuerpo se escape en láminas delgadas ó en filamentos delicados.

lidos ductiles que no presentan poros aparentes son muy dificilmente compresibles. Por no haberla hecho convenientemente, se ha repetido muchas veces en las obras de física que *es evidente la compresion en todos los cuerpos sólidos*, cuando de hecho es lo contrario, esto es, que solo los cuerpos eminentemente porosos y flexibles son compresibles: en todos los demas es enorme la resistencia á la compresion, y si hay alguna real es de una cantidad casi inapreciable.

Los metales simplemente fundidos son muchas veces extremadamente porosos, tanto por pequeñas vegiguillas de aire cuanto por consecuencia de la cristalizacion que se verifica en la masa: entonces es cuando ceden estos cuerpos de una manera mas ó menos sensible á la accion de una fuerza comprimente: por el contrario los cuerpos ductiles que al pasar del estado líquido al sólido se coagulan en ma-

sas homogéneas como las grasas, el plomo &c. no ceden á la compresion de un modo sensible. El plomo forjado ó laminado, no tiene ordinariamente mas densidad que el plomo fundido ó derretido; pero todos los otros metales despues de haber sido forjados ó laminados, estirados en hilos, son mas densos que antes de esta operacion: los que presentan mas diversidad respecto á esto son el hierro y el cobre: tambien son los que despues de haber sido simplemente colados en masas presentan mas vacíos interiores.

Los metales que presentan en su quebradura pequeñas láminas entremezcladas, adquieren densidad por el martillage; es evidente en efecto que estas láminas deben producir muchos pequeños espacios vacíos en lo interior de los cuerpos: alguna vez pierden tambien los metales su densidad cuando han sido forjados largo tiempo, por-

vas naturales determinan la elasticidad.

¿Que es la Elasticidad?

La propiedad que tiene todo cuerpo comprimido de hacer esfuerzos para restablecerse á su primer estado; ó de otro modo, segun Beudant, la propiedad que poseen ciertos cuerpos de conservarse de un modo permanente en un volúmen ó en una forma determinada, y de volver á ella cuando han variado por una causa cualquiera.

Un gran número de cuerpos sólidos porosos susceptibles de ser comprimidos, poseen la propiedad de volver á su primer volúmen luego que la fuerza comprimente cesa de obrar. Esto es lo que se vé en el corcho, la médula del sauco, el caut-chouc ó goma elástica, la madera &c. Parece que esta vuelta, ó mas bien este restablecimiento al volúmen natural, se efectúa en virtud de la tendencia que poseen las paredes de cada celdilla ó poro de conservarse de un modo perma-

nente en una forma determinada, y de volver á ella tan pronto como cesa la accion que las habia desfigurado. Un razonamiento semejante puede hacerse para todos los cuerpos compresibles elásticos.

¿Puede aplicarse la misma hipótesi á la elasticidad de los cuerpos no porosos?

Sí: para explicar la elasticidad que se manifiesta en una lámina de acero, de vidrio, &c. que se ha encorbado y que vuelve á su primera forma cuando se la abandona á sí misma, se *supone* que mientras está encorbada la lámina, las partículas de la parte convexa de la curvatura están separadas las unas de las otras, y que las de la parte cóncava están próximas ó unidas. Las unas y las otras tienden á volver á tomar sus distancias mutuas naturales, y los dos efectos concurriendo al mismo fin, solicitan al cuerpo á tomar su primera figura ó forma.

Algunas otras hipótesis se podian añadir sobre la elasticidad ó por mejor decir, sobre la causa de ella; pero se omiten por evitar prolijidad; y porque esta obrita no es un curso elemental y completo de física, sino unas ligeras nociones de ella; solo sí diré que cuanta mayor sea la fuerza de presion ó de compresion sobre un cuerpo elástico cualquiera, tanta mayor será la resistencia y velocidad de éste en tomar su forma primitiva.

¿Hay diferentes grados de elasticidad en los cuerpos?

Sí: pues aunque todos son elásticos, no lo son todos en el mismo grado. Se llaman *cuerpos perfectamente elásticos*, los que despues de haber sido desfigurados, vuelven á tomar perfectamente su forma natural; pero es menester tambien tomar en consideracion el tiempo de esta vuelta. Hay sustancias en las cuales se hacen estas mutaciones en un tiempo inapreciable; tales

son el acero templado, el cobre, el marfil; &c. La elasticidad que poseen estos cuerpos se designa con el nombre de *elasticidad de la primera especie.*

En otros cuerpos las mutaciones no se hacen sino en un tiempo mas ó menos largo, lo que sucede por ejemplo en el caout-chouc (ó goma elástica); en esta clase pueden tambien ordenarse todos los resortes de que nos servimos, que todos emplean un tiempo apreciable para desformarse y volver á su forma natural. La elasticidad de estos cuerpos se designa con el nombre de *elasticidad de la segunda especie.*

¿Experimenta variaciones la elasticidad con la temperatura?

Sí: porque el grado de elasticidad que manifiestan ciertos cuerpos sólidos, depende mucho del grado de temperatura á que se hace la experiencia: por ejemplo, los metales calientes hasta el

Algunas otras hipótesis se podian añadir sobre la elasticidad ó por mejor decir, sobre la causa de ella; pero se omiten por evitar prolijidad; y porque esta obrita no es un curso elemental y completo de física, sino unas ligeras nociones de ella; solo sí diré que cuanta mayor sea la fuerza de presion y de compresion sobre un cuerpo elástico cualquiera, tanta mayor será la resistencia y velocidad de éste en tomar su forma primitiva.

¿Hay diferentes grados de elasticidad en los cuerpos?

Sí: pues aunque todos son elásticos, no lo son todos en el mismo grado. Se llaman *cuerpos perfectamente elásticos*, los que despues de haber sido desfigurados, vuelven á tomar perfectamente su forma natural; pero es menester tambien tomar en consideracion el tiempo de esta vuelta. Hay sustancias en las cuales se hacen estas mutaciones en un tiempo inapreciable; tales

son el acero templado, el cobre, el marfil, &c. La elasticidad que poseen estos cuerpos se designa con el nombre de *elasticidad de la primera especie.*

En otros cuerpos las mutaciones no se hacen sino en un tiempo mas ó menos largo, lo que sucede por ejemplo en el caout-chouc (ó goma elástica); en esta clase pueden tambien ordenarse todos los resortes de que nos servimos, que todos emplean un tiempo apreciable para desformarse y volver á su forma natural. La elasticidad de estos cuerpos se designa con el nombre de *elasticidad de la segunda especie.*

¿Experimenta variaciones la elasticidad con la temperatura?

Sí: porque el grado de elasticidad que manifiestan ciertos cuerpos sólidos, depende mucho del grado de temperatura á que se hace la experiencia: por ejemplo, los metales calientes hasta el

grado de hacerse ascua no manifiestan elasticidad; la cera, las grasas, &c. que no muestran elasticidad sensible á la temperatura ordinaria, porque son muy ductiles, adquieren esta propiedad á algunos grados bajo de cero.

¿Los cuerpos flexibles son elásticos cuando están estirados ó tendidos?

Seguramente adquieren elasticidad los cuerpos eminentemente flexibles de que se estiran ó extienden mucho, como sucede, por ejemplo, con las cuerdas de los instrumentos de música, con la piel de un tambor, &c. pero todo el mundo sabe que la humedad disminuye mucho la elasticidad que han adquirido.

¿Nos es útil la elasticidad de los cuerpos para los usos de la vida?

Sí: pues que de ella toman su fuerza los resortes de toda especie. Ya se sabe que éstos se emplean en las artes bajo un gran número de figuras diversas, y en una multitud de usos di-

ferentes: algunas veces son cuerdas ó bandas de cuero fijadas solidamente por sus extremidades y tendidas; en otra parte son láminas metálicas de hierro, de acero, ó de cobre rectas ó retorcidas de diferentes maneras, ó en fin hilos metálicos en forma de espiral. El marfil, la madera se emplean tambien algunas veces, y el vidrio podria serlo asímismo en iguales circunstancias.

Las almohadas de que habitualmente nos servimos, deben tambien su precioso resorte á la elasticidad de la crin, de la pluma, &c. que se emplea para llenarlas.

¿Se alteran alguna vez los resortes?

La experiencia ha enseñado que algunos de diferentes géneros pierden su elasticidad por un largo ejercicio: esto proviene de que á fuerza de servir ó cuando están mucho tiempo estirados ó tendidos, pierden poco á poco su forma y toman una que se acerca á las que tienen en el estado de tension; los

resortes de acero templado padecen menos este inconveniente que los de hierro y de cobre; y es probable que los de vidrio estarian en el mismo caso.

En las almohadas proviene la alteracion de otra causa: en efecto cada porcion de crin, de pluma, de lana, &c. que se emplea en ellas ó en los colchones no pierde ninguna de sus cualidades elásticas; pero sucede por un largo uso que estas materias se *atiborran*, es decir, se llenan de borra ó polvo, y se reunen en masas apretadas en que todas las partes se doblan ó aprietan igualmente. Así es que se las vuelve fácilmente la elasticidad cardándolas ó vareándolas para quitarlas la borra.

¿No hay diversos efectos que se refieren á la desigualdad de la elasticidad de las diferentes partes de un cuerpo?

Es evidente que si en un cuerpo se hallan partes que estén dotadas de una mayor elasticidad que las otras, ejercerán sobre éstas una cierta fuerza

que podrá producir la rotura en algunas circunstancias: esto es lo que sucede en la *lágrima batavica* que estalla y se reduce á polvo tan pronto como se la ha quebrado la punta ó adelgazado suficientemente la superficie exterior en un punto cualquiera. La explicacion de lo que sucede en este caso nos conducirá á la de algunos otros fenómenos que tienen mucha analogía con éste.

Se forma la *lágrima batavica* (nombre que sin duda se le dá por su figura, que representa una lagrima de cristal, redonda por una extremidad, y que acaba en una punta muy sutil por otra) dejando caer en el agua unas gotas de vidrio fundido ó derretido: luego notamos, por una parte que el vidrio en el estado líquido ó en el de blandura, ocupa mas lugar que cuando está solidado, y por otra que en el momento de la inmersion en el agua la capa exterior de la gota de vidrio se solidifica,

modelándose en cierto modo sobre la parte interior que aun está blanda y por consiguiente dilatada. Resulta de esto que la superficie de la lámina es mas grande que si hubiese sido gradual el resfriamiento: esto supuesto, cuando la parte interior llega á enfriarse tiende á disminuir de volúmen; pero como se halla retenida por la atraccion de la parte exterior ya solidificada, que determina el espacio que debe llenar, resulta que las moléculas interiores no pueden aproximarse tanto cuanto lo habrian hecho si hubiesen estado abandonadas á sí mismas en un resfriamiento lento; se hallan, pues, en estado de arreglo forzado y en una cierta tension que solo espera el momento de manifestarse: y se desplega en efecto tan luego como se quiebra ó se adelgaza suficientemente la película exterior, reduciéndose á polvo; y aun algunas veces sucede que la rotura se verifica por sí misma.

¿Qué es la Dilatabilidad?

La propiedad que tienen todos los cuerpos de aumentar de volúmen por la fuerza de su resorte luego que dejan de ser retenidos por obstáculos. No se ha de confundir esta propiedad con la *rarefactibilidad* ó *dilatacion*, pues la dilatabilidad es producida por el resorte de los cuerpos, y la rarefactibilidad por la accion del calor, como veremos en su lugar.

¿Qué es la Movilidad?

La propiedad que tienen todos los cuerpos de poder ser transportados de un lugar á otro mediante una fuerza suficiente.

¿Qué es en fin la Inercia?

La propiedad por la cual todos los cuerpos resisten á una variacion de estado, es decir, por la que estando quietos resisten al movimiento, y cuando están en movimiento resisten al reposo,

DEL MOVIMIENTO.

¿Qué es el Movimiento?

El estado de un cuerpo cuando se le transporta de un lugar á otro, sea totalmente, ó con respecto solamente á sus partes.

¿Hay muchas especies de Movimiento?

Sí: hay el movimiento absoluto y el movimiento relativo, el movimiento simple y el movimiento compuesto, el movimiento rectilineo y el movimiento curvilineo, y el movimiento reflecto ó reflejo, y el movimiento refracto.

¿Qué es el Movimiento absoluto *y* el Movimiento relativo?

El *Movimiento absoluto* es la variacion ó mudanza de situacion de un cuerpo respecto á todos los cuerpos que le rodean; y el *Movimiento relativo* es la mudanza de situacion que sucede á un cuerpo con relacion á

ciertos cuerpos, pero no á todos.

¿Qué es el Movimiento simple y el Movimiento compuesto?

El Movimiento simple es el de un cuerpo que solo se dirige á un cierto punto, y el *Movimiento compuesto* es el de un cuerpo determinado á moverse por muchas potencias, que obran sobre él á un mismo tiempo y en diferentes direcciones.

¿Qué es el Movimiento rectilineo y el Movimiento curvilineo?

El Movimiento rectilineo es el que se hace en línea recta, y el *curvilineo el que se hace en línea curva.*

¿Cuál es el Movimiento reflecto y el Movimiento rarefracto?

El Movimiento reflecto es el de un cuerpo que encuentra un obstáculo invencible para él, y que le hace resaltar despues del choque: y el *Movimiento rarefracto* es el de un cuerpo cuya direccion varia en su paso sucesivo por dos fluidos de diferentes densidades.

¿A qué se llama Leyes del movimiento?

Se llaman así ciertas reglas constantes segun las cuales se mueven todos los cuerpos: hay tres para el movimiento simple, y solo una para el movimiento compuesto, de que las otras no son mas que consecuencias.

¿Cuáles son las leyes del Movimiento simple?

1.ª Todo cuerpo puesto en movimiento debe continuar moviéndose con el grado de velocidad, y en la direccion que ha recibido, si alguna nueva causa ú obstáculo no varia su estado.

2.ª Las mutaciones que suceden son siempre proporcionales á la causa que las produce.

3.ª La reaccion es siempre igual á la accion ó á la compresion.

¿Cuál es la ley del Movimiento compuesto?

Hela aquí: un cuerpo excitado á

movimiento por muchas potencias ó fuerzas que obren sobre él al mismo tiempo y siguiendo diferentes direcciones; ó queda en reposo, ó toma un movimiento que sigue la relacion de las potencias entre sí por la velocidad, y una direccion media entre las potencias á quienes obedece.

¿No puede verificarse el movimiento compuesto de otras diferentes materias?

Sí: puede hacerse en *línea recta*, si el cuerpo obedece á unas potencias ó fuerzas que perseveren en la misma relacion, ya sea que ellas no varien ó ya que experimenten variaciones iguales y proporcionales de una parte y otra: ó en *línea curva*, cuando la relacion de las potencias muda, si la una viene á ser mas fuerte ó mas débil, mientras que la otra no muda, ó si variando las dos no varian proporcionalmente.

¿Qué es lo que se llama Fuerza?

Se llama *Fuerza* la causa que im-

prime ó tiende á imprimir un movimiento al cuerpo sobre que obra.

¿Hay muchas clases de fuerzas?

Sí: hay 1.ª la *fuerza motriz*, que es la de uno ó muchos cuerpos empleados para mover á otro. 2.ª La *fuerza muerta* que obra contra un obstáculo invencible para ella, que por consiguiente no dá ningun movimiento, sino una simple tendencia á él. Y 3.ª La *fuerza viva*, que es la de un cuerpo en movimiento que obra sobre un obstáculo que cede á ella.

¿Qué es lo que se llama Fuerzas centrales?

Se llaman así dos fuerzas que solicitan continuamente el movil la una á apartarse, y la otra á acercarse, y que le dán un movimiento en línea curva: para distinguirlas se nombra á la primera *fuerza centrífuga*, y á la segunda *fuerza centripeta.*

DE LA GRAVEDAD.

¿Qué es la gravedad ó gravitacion de los cuerpos?

La fuerza por la cual todos ellos se dirigen los unos hácia los otros: se llama tambien *atraccion.*

Os suplico os estendais algo sobre esta materia.

Lo haré con mucho gusto. Está demostrado por los viages, y por las observaciones astronómicas, que la tierra es un esferoide aislado por todas partes. Admitido este hecho, se presenta una gran cuestion que resolver, á saber: *¿por qué las partes de que está compuesto el Globo terrestre no se desunen y dispersan en el espacio? ¿por qué las que están desunidas de él, y que nosotros llevamos léjos de su superficie, vuelven á caer siempre sobre ella tan luego como dejan de ser sostenidas?*

No puede hallarse la causa prime-

ra de este extraño fenómeno sino en la voluntad de la soberana sabiduría; pero las cosas pasan como si *el centro del Globo terrestre estuviese dotado de una fuerza atractiva* que hiciese dirigirse hácia él todos los cuerpos que le rodean; de consiguiente sin tratar de penetrar mas léjos, se ha convenido en designar el fenómeno con los nombres de *atraccion*, de *gravitacion* ó de *gravedad*, y se parte de aquí como de una base fija, para esplicar ó preveer una multitud de otros fenómenos, y lo que la teoría prevee se conviene tan bien con lo que pasa efectivamente, que parece que la divinidad para darnos una idea de su grandeza haya querido descubrirnos el secreto de las leyes que rigen el Universo.

Todos los cuerpos están sometidos á la accion de la gravitacion que los dirige hácia el centro de la tierra. Si vemos por ejemplo á los globos aereostáticos elevarse en nuestra atmósfera, y á

un pedazo de corcho mantenerse siempre en la superficie del agua, es porque estos cuerpos, bajo un volúmen determinado, tienen menos masa que un igual volúmen de fluido en el que se hallan sumergidos. Los cuerpos que se elevan en nuestra atmósfera, caen realmente en un vaso ó espacio purgado de aire, lo mismo que se ve caer un tapon de corcho al fondo de una vasija cuando ésta no tiene agua.

En un mismo lugar de la superficie de la tierra, la accion de la gravedad es la misma para todos los cuerpos; de donde se sigue, que cualquiera que sea su masa, deberian adquirir todos al caer la misma velocidad. Si otra cosa sucede en medio de nuestra atmósfera; si por ejemplo observamos que un pedazo de plomo llega mas pronto á la tierra que una pluma, es por efecto de la *resistencia del aire* que se opone mas eficazmente al movimiento del cuerpo que tiene menos masa

Así es que un vaso purgádo de aire en la máquina neumática, los cuerpos, cualesquiera que sean, todos emplean exactamente el mismo tiempo en caer de la misma altura.

¿Qué es el centro de gravedad?

Todos los puntos de un cuerpo pesado son impulsados por la accion de la gravedad á descender hácia el centro de la tierra, siguiendo una línea recta normal á la superficie terrestre, y á esta línea se llama la *vertical*: está determinada en todos los puntos de la tierra por la direccion del hilo á plomo.

Teniendo en consideracion la excesiva grandeza del radio terrestre respecto á las dimensiones de los cuerpos que tenemos que considerar habitualmente (1), se ve que los ángulos que hacen entre sí las direcciones de las fuer

(1) El radio de la tierra, suponiéndola esférica, es de 6.366.745 metros ó cerca de 1.432 leguas comunes y cuatro décimas.

zas que impelen sus partículas, son absolutamente inapreciables; de suerte que se puede sin error sensible mirar estas direcciones como paralelas en toda la extension de un mismo cuerpo. De aquí se sigue que si se hace tomar sucesivamente al cuerpo diversas posiciones con respecto á la direccion de estas fuerzas, su resultante pasará constantemente por el mismo punto de este cuerpo. Este punto pues toma el nombre particular de *centro de gravedad.*

En los cuerpos regulares cuya masa es homogénea, el centro de gravedad se halla en el centro de figura. Muchas veces este punto central se halla en lo interior de los cuerpos, pero algunas se halla en lo exterior, como sucede por ejemplo en un anillo.

Para que un cuerpo pesado esté en equilibrio, es necesario que la direccion de la vertical tirada por el centro de gravedad, pase por lo interior del polígono que forma la base de es-

te cuerpo. Cuanto mas pequeña es la base del cuerpo, mas dificil es de conseguirse esta condicion; de aquí proviene la dificultad de hacer que se tenga una caña verticalmente.

"La base sobre que insiste un cuer»po cualquiera se llama *base de sus»tentacion*; y se concibe facilmente »que un cuerpo estará tanto mas fir»me cuanto mayor sea su base de sus»tentacion, y que si ésta es regular »el cuerpo estará en su *máximo* de »estabilidad cuando la vertical tirada »por su centro de gravedad pase por »el centro de la base. Así una colum»na cuyo centro de gravedad está en »medio de su eje, está en su máximo »de estabilidad; pero esta misma co»lumna se mantendrá sin caer aun»que tenga una posicion oblicua siem»pre que la vertical tirada por el cen»tro de gravedad caiga dentro de la »base.

»Se cree que las torres de Bolo

»nia y Pisa, que están inclinadas al »horizonte y parece que amenazan »ruina, han sido construidas expresa»mente de esta manera; y que en ca»da una de ellas se combinó de tal »modo la disposicion de los partes, »que la vertical tirada por su centro »de gravedad pasa por el centro de »la base.

»El centro de gravedad del cuer»po humano se halla hácia el medio »de la parte inferior de la cavidad que »se llama la *gran-pelvis*. Para que un »hombre esté en equilibrio sobre sus »pies es necesario que la direccion de »su centro de gravedad pase por la »base que la posicion de sus pies de»terminan. Un hombre que se tiene »de pie verticalmente, está en equili»brio, y está tanto mas firme cuanto »la posicion de sus pies determinan »una base mas ancha."

Un hombre que tiene juntos los pies, estando los talones sobre la mis-

ma línea recta, tiene poca estabilidad, porque al menor movimiento sale la vertical de esta pequeña base; no puede inclinarse hácia adelante á menos que no eche hácia atrás la parte posterior de su cuerpo, para hacer que la vertical caiga dentro de su base. Un hombre que tiene sus pies uno delante de otro sobre una misma recta está en el mínimo de estabilidad lateral: los volatineros adquieren sin embargo el hábito de mantenerse sólidamente en esta posicion.

Cuando un hombre está sentado, le es imposible levantarse si tiene el cuerpo verticalmente sobre su silla. En este caso su centro de gravedad está sobre la silla y cae fuera de la base formada por sus pies: se ve pues, obligado á inclinarse hácia adelante para hacer que su centro de gravedad pase por esta base.

Un hombre que lleva un fardo á las espaldas, se ve obligado á inclinar-

se hácia adelante, porque el fardo y él forman un solo sistema, cuyo centro de gravedad pasaría mas allá de su base si se mantuviese verticalmente. Un hombre que lleva un fardo en sus brazos tiene que echarse hácia atrás por la misma razon.

Los diversos movimientos que hacemos naturalmente con los brazos cuando tropezamos, no tienen otro objeto que procurar que la direccion del centro de gravedad pase por la base formada por los pies. Á este efecto llevan los volatineros en las manos el *balancin* (es decir una vara larga en direccion horizontal) mientras sus juegos en la maroma, ó hacen en su defecto varios movimientos con los brazos. Por lo mismo es mas diestro el volatinero que sin llevar *balancin* se mueve menos, ó no hace movimiento alguno (1).

(1) Beudant, *Esai d' un cours elementaire et complet des Sciences phisiques*, segunda

¿Qué es el peso de un cuerpo?

La presion que este cuerpo ejerce sobre el obstáculo que se opone directamente á su caida. Esta presion depende á un mismo tiempo de la accion de la gravedad y de la masa del cuerpo.

¿Varía el peso de un cuerpo á diversas latitudes?

Sí: porque como la accion de la gravedad varía á diferentes latitudes y á diferentes distancias sobre la tierra, resulta que el peso de un cuerpo varía proporcionalmente; de suerte que un mismo cuerpo es menos pesado en el ecuador que en los polos; pero por el modo con que se estima el peso, no es posible percibir esta diferencia, porque los contrapesos que se emplean experimentan la misma disminucion.

edicion pag. 37 á la 40 = y don José Mariano Vallejo, *compendio de matemáticas puras y mixtas* tomo segundo *Estatica*, pag. 166 á la 168.

¿Qué es el peso específico de un cuerpo?

La experiencia nos enseña que bajo volúmenes iguales los cuerpos hetereogéneos tienen pesos desiguales; así es que una bala de plomo pesa mas que una de corcho del mismo diámetro. Se acostumbra á expresar esta diferencia diciendo que el primer cuerpo es mas *denso* que el otro, lo que significa literalmente que en tal cuerpo las partículas están mas aproximadas entre sí que en tal otro. Sin duda esto es cierto respecto á los cuerpos cuya composicion es absolutamente la misma, como por ejemplo el azucar cande y el azucar en pan: pero nada prueba que la diferencia de peso que se observa entre los volúmenes iguales de dos cuerpos cuyas composiciones son diferentes, como entre el plomo y el vidrio, dependa de la misma causa.

Cualquiera que sea la causa de es-

tas diferencias, se ha convenido en decir para expresar que un cuerpo pesa mas que otro del mismo volúmen, que el primero es específicamente mas pesado que el otro; y en este sentido debe entenderse, cuando se dice que el plomo es mas pesado que el agua; pues que sería ridículo pensar que quisiese decirse que un *kilogramo* (1) de plomo es mas pesado que un kilogramo de agua.

Para tener el peso específico de los cuerpos es necesario reducirlos todos al mismo volúmen, ó bien si no se pueden reducir todos á la unidad de volúmen, es preciso dividir el peso, que se hallará para un volúmen cualquiera por el número de unidades que encierra el volúmen total. Supongamos por ejemplo que se proyecte reducir todos los cuerpos á un centímetro cubo ó cúbico, y que no pueda hacer

(1) Medida de peso francesa que vale mil gramos.

se mecanicamente, se tomará un volúmen cualquiera de un cuerpo, se le pesará, se valuará el número de centímetros cúbicos que contiene el volúmen tomado, y despues dividiendo el peso total por el número de unidades de centímetros cúbicos que se hayan hallado, se tendrá el peso de un centímetro cúbico del cuerpo.

Para poder comparar entre sí los pesos específicos de los cuerpos, es necesario tambien fijar la unidad de esta especie de grandor. Se ha convenido en tomar para esta unidad, el peso específico del agua destilada, y se expresa el de un cuerpo diciendo que pesa dos, tres, cuatro veces, &c. un volúmen de agua igual al suyo, ó que no pesa mas que la mitad, el tercio, el cuarto, &c. es decir que el peso específico de un cuerpo es la relacion entre el peso del agua, y el peso de este cuerpo á igual volúmen.

Segun este modo de expresar el

peso específico, no es necesario reducir exactamente todos los cuerpos al mismo volúmen, basta que el agua y el cuerpo que se le compara actualmente se hallen reducidos á él, pues que es todo lo que se necesita para valuar en seguida la relacion entre sus pesos.

Es sumamente facil reducir el agua y un líquido cualquiera al mismo volúmen, basta para esto escoger un frasco que sirva de medida comun. Se pesará este frasco lleno de agua, y despues lleno del líquido propuesto, y se rebajará ó *destarará* en cada vez el peso del vidrio. Así se tendrán dos pesos de los que se tomará la relacion por la proporcion P (peso del agua) es á P′ (peso del cuerpo), como I (peso específico del agua) es á X (peso específico que se busca). $X = \frac{P'}{P}$.

¿Qué es lo que se llama pesantez de los cuerpos?

La fuerza por la cual tienden á ba-

jar por una línea perpencicular al punto de la superficie de la tierra á que ellos corresponden; esto es una consecuencia de la gravedad general.

"No se deberán confundir estas dos »voces *pesantéz* y *peso*; pues que ex»presan dos cosas muy diferentes. La »pesantéz de un cuerpo es, como aca»bamos de ver, la fuerza que le ex»cita á descender; y su peso es la su»ma de las partes pesadas que están »contenidas bajo su volúmen. La pe»santéz pertenece igualmente á todas »las partes de un mismo cuerpo, de »cuya reunion ó separacion no se si»gue el aumento ni la disminucion de »esta fuerza; pero el peso de un cuer»po varía como la cantidad de mate»ria que le compone. Se puede, pues, »decir que aunque un cuerpo peque»ño tenga menos peso que el que tie»ne un cuerpo grande, tiene no obs»tante tanta pesantéz; porque el uno »y el otro se dirigen de arriba abajo

»con la misma velocidad (1).»

¿*Qué es el* péndulo?

Todo cuerpo pesado suspendido libremente de una vara metálica ó de cordon se llama *péndulo compuesto*; los geometras conciben un péndulo ideal formado de un hilo inextensible, sin pesantéz, á cuya extremidad se halla un punto material pesado; y á este es al que llaman *péndulo simple.*

¿*Qué es la* oscilacion?

El movimiento del cuerpo pesado que acabo de describir con el nombre de *péndulo* atado por un hilo ó por una vara á un punto fijo, al rededor del cual describe un arco por la accion de su pesantéz. El centro de gravedad del péndulo se llama *centro de obscilacion*, y el punto fijo, *centro del movimiento.* (Fig. 1. Lám. 1.)

¿*Qué es el* movimiento de proyeccion?

(1) *Tratado elemental ó principios de Física de Brisson*, traducido en castellano tomo 1, núm. 200, pág. 221.

Todo el mundo puede observar que un cuerpo lanzado oblicuamente al hòrizonte con cierta fuerza, describe en el espacio una curva. Este efecto depende de la combinacion de la accion constante de la gravedad con la fuerza de proyeccion. En resúmen, ó por mejor decir para esplicarme mas claramente, el movimiento de proyeccion es el de un cuerpo lanzado fuera de la perpendicular al horizonte y sobre el cual obra la pesantéz. Tal es el de una bomba, una piedra, &c. La fuerza que lanza el cuerpo se llama *fuerza proyectil.* (Fig. 2. Lám. 1.)

GRAVITACION UNIVERSAL.

Decidme ¿qué es la gravitacion universal?

La atraccion terrestre tan poco disminuida á la altura de 4745 metros (unas 1600 varas) debe extenderse extremamente léjos en el espacio

conservando todavía una grande intensidad; de suerte que ocurre naturalmente á la idea que un cuerpo elevado sobre nosotros á una distancia igual á la de la Luna, sería todavía atraido por la tierra: luego la Luna misma debe ser atraida hácia ella, y si esto es así, ¿por qué este astro no cae sobre nosotros? Porque al mismo tiempo que es solicitado por la gravedad, es impelido por una fuerza de proyeccion considerable, y porque combinándose estas dos fuerzas le hacen describir una curva elíptica al rededor de la tierra centro de la atraccion.

¿Quién fué el primero que descubrió la gravitacion universal?

Newton (1), que fué el primero

(1) Sir Isaac Newton nació el dia 25 de setiembre de 1642 en Wolstrop en el Lincolnshire en Inglaterra: murió en 1727. A la edad de 24 años habia ya descubierto su *cálculo de las fluxiones* (cálculo diferencial) y su teoría de la luz que aun se profesa en el dia. En 1687 publicó sus *Principios matema-*

que conjeturó que el movimiento elíptico de la Luna al rededor de la tierra, era el resultado de su movimiento de proyeccion combinado con la atraccion terrestre, trató de inquirir, ayudado del cálculo y por los datos suministrados por las observaciones astronómicas, desde qué altura la Luna, abandonada á la gravedad, bajaria á la tierra en un modo determinado: comparando en seguida la altura que habia hallado con la que en un mismo tiempo corre un cuerpo en la superficie de la tierra, descubrió que, si la *atraccion terrestre se extendiese hasta la Luna, debia obrar sobre los cuerpos en razon inversa del cuadrado de las distancias al centro de la tierra.* Se sabe por las observaciones astronómicas que la distancia de la Luna á la tierra es de cerca de 60 radios terrestres; luego el cua-

ticos de la filosofía natural, obra sublime que ha preparado todos los descubrimientos de los sábios que han venido despues de él.

drado de 60 es 3600; luego la gravedad á la distancia de la Luna es 3600 veces mas pequeña que á la superficie de la tierra.

No se detuvo en este descubrimiento el genio de Newton: este ilustre geometra sabiendo que los planetas son tambien unos globos aislados en el espacio (1), miró á cada uno de ellos

(1) Los Planetas son unos cuerpos opacos, es decir, que no tienen luz propia (y que son, segun se presume, de la misma materia, ó á lo menos muy parecida á la de la tierra) que circulan al rededor del Sol, el cual los ilumina y cuya luz nos transmiten, de modo que si no fuera por ella no los veriamos en el espacio. En el dia son once los planetas que conocemos, y están ordenados al rededor del Sol en la forma siguiente: *Mercurio* que es el primero es el mas cercano de aquel astro, siguen *Venus*, la *Tierra*, *Marte*, *Juno*, *Vesta*, *Palas*, *Céres*, *Jupiter*, *Saturno*, y *Urano* ó *Herschell* (llamado así del nombre del célebre astrónomo que lo descubrió) que es el último y mas separado del Sol, del que dista 600 y tantos millones de leguas.

Los satélites son tambien unos cuerpos opacos que circulan al rededor de los Plane-

como un centro de atraccion que hácia tender ó dirigirse hacia él todos los cuerpos que le rodeaban, y como muchos planetas están acompañados de satélites ó lunas que circulan al su rededor, consideró los movimientos de estos satélites como resultante de una fuerza de proyeccion y de la atraccion de su planeta.

En fin, sabiendo Newton que del mismo modo que los satélites circulan alrededor de los planetas, éstos circulan alrededor del Sol describiendo unas órbitas elípticas, y arrastrando consigo su sistema de satélites, sacó esta consecuencia, á saber: que el Sol es tambien como el foco de una fuerza atractiva que se extiende hasta los planetas y que combinada con el movi-

tas y son quizá pedazos de ellos. La *Luna* es el satélite de la tierra; Jupiter tiene cuatro; Saturno siete; Urano seis. Los demas planetas no tienen satélites. Todo esto se verá con extension cuando tratemos de la Astronomía.

miento de proyeccion impreso á cada uno de ellos por la mano poderosa del Criador, le hace describir órbitas elípticas al rededor de este astro.

¿Qué son las leyes de Keplero (1)?

Bajo este nombre son conocidos los fenómenos celestes que sirven de base á los cálculos de toda la teoría de la gravitacion. Las *leyes de Keplero* son el resultado de una larga série de observaciones de este célebre sábio: despues han sido confirmadas por todos los astrónomos; de suerte que deben mirarse como unas verdades incontestables. He aquí estas leyes.

1.ª *Los Planetas se mueven en unas curvas planas, y sus rayos vectores describen alrededor del centro del Sol areas proporcionales á los tiempos.*

2.ª *Las órbitas planetarias son unas elipses de las que el centro del*

(1) Juan Keplero, astrónomo célebre, nació en 1571 en el Ducado de Wurtemberg, y murió en Ratisbona en 1651.

Sol ocupa uno de sus focos.

3.ª *Los cuadrados de los tiempos de las revoluciones de los planetas al rededor del sol son entre sí como los cubos de los ejes de sus órbitas.*

¿Decidme las consecuencias que se siguen de estas leyes?

La 1.ª ley nos hace ver que *la fuerza que solicita á los planetas es dirigida constantemente hácia el centro del Sol.*

La 2.ª nos indica que *la fuerza que solicita á los planetas obra en razon inversa de las cuadrados de las distancias de sus centros al del Sol.*

Y en fin la tercera ley nos indica que *esta fuerza es la misma para todos estos cuerpos: que no varía de uno á otro, sino en razon de su distancia al Sol*; de suerte que si estuviesen situados á distancias iguales alrededor del centro del Sol, y abandonados á la accion de la fuerza que los impéle hácia este astro, todos em-

plearían el mismo tiempo en caer en su superficie. Esta última consecuencia es la misma que hemos sacado respecto de los cuerpos solicitádos acá abajo por la atraccion terrestre.

Las leyes de Keplero se aplican igualmente á los satélites de los planetas, y resulta que cada sistema de satélites es atraido hácia su planeta por una fuerza que es la misma para todos estos cuerpos, y que obra en razon inversa del cuadrado de las distancias de su centro al del Globo á cuyo rededór circulan.

El cálculo demuestra que la curba descrita por los planetas alrededor del Sol puede tambien ser *parabólica* ó *hiperbólica* (1) de suerte que aun cuando ciertos *cometas* (2) describie-

(1) Veáse cualquiera tratado elemental de matemáticas, y en las secciones cónicas hallará el lector la explicacion de estas figuras ó especies de círculos largos ó irregulares.

(2) Los cometas son unos cuerpos opacos ó astros de la misma naturaleza que los pla-

sen parabolas ó hiperbolas como piensan algunos físicos, no por eso estarían menos sujetos á la ley general.

netas, que se dejan ver en algunos tiempos, y se mueven al rededor del Sol como éstos, pero en orbitas ó elipses extremamente prolongadas, ó en parabolas ó hiperbolas, y desaparecen despues. Cuando un cometa se viene acercando al Sol, recibe su luz por delante y por eso se llama *barbudo* ó *barbato*. Cuando está diametralmente opuesto al Sol, y la tierra entre los dos, recibe la luz por todas partes, y se llama *crinito*, y cuando se vá retirando del Sol y recibe la luz por detras, se llama *caudato*. Estos astros han sido por largo tiempo objeto de terror: la ráfaga luminosa que llevan tras sí, y que se llama vulgarmente *cola*, era sobre todo lo que se temia mas.

Admitiendo que ciertos cometas describen parabolas ó hiperbolas al rededor del Sol, se seguiria que despues de haberlos visto una vez, no los volveriamos á ver jamás, porque se apartarían infinitamente de nosotros. Quizá esta es la causa por la cual muchos cometas que antiguamente se han observado, jamás han parecido despues. Mas adelante, es decir, cuando tratemos de la Astronomía, hablaré con mas extension de los cometas, pues no es este el lugar conveniente para ello.

La semejanza de todos los resultados nos conduce á sacar esta consecuencia: que la atraccion que parece posee cada uno de los cuerpos celestes, obra absolutamente por la misma ley alrededor de cada uno de ellos.

Puede concebirse que la atraccion que posee cada cuerpo celeste se extiende indefinidamente alrededor de él: de suerte por ejemplo que la atraccion de la tierra se extiende hasta la luna, así como la de ésta se extiende hasta la tierra. Esta última conjetura está fuera de duda por el flujo y reflujo de las aguas del mar, cuyos periodos convienen perfectamente con los movimientos lunares. Newton concluyó, en general, que si los planetas atraen á sus satélites, éstos atraen tambien á sus planetas: que si el Sol atrae á los planetas, es tambien atraido por ellos con cierta fuerza; de suerte que el Sol, los planetas, los cometas y los satélites ejercen atracciones unos sobre otros

Esta conclusion se ve justificada por las ligeras perturbaciones que experimentan los cuerpos celestes, de las que halla la causa la mecánica en su influencia mutua.

Newton llegó tambien á concebir que *la propiedad atractiva es una cualidad esencial de la materia*; de donde saca que las atracciones que los diferentes cuerpos ejercen unos sobre otros, no son mas que las sumas de las atracciones particulares de todas las partículas de que estos cuerpos están compuestos: por consiguiente cuanto mas grande es un cuerpo, ó mas bien, cuanta mas masa tiene, mas atraccion ejerce sobre los otros cuerpos: el Sol es mas grande que ninguno de los planetas; cada uno de éstos es mas grande que cada uno de sus satélites (1).

(1) Para dar una idea de la grandeza del Sol harémos notar que el radio de este astro es 112 veces mayor que el de la tierra, y que

Cuando se tienen presentes dos cuerpos, es necesario tener en consideracion la masa de cada uno de ellos para juzgar de la fuerza con que se atraen; pero cuando la una de las masas es extremadamente mayor con respecto á la otra, puede desatenderse la atraccion de la mas pequeña, para no considerar su tendencia hácia la mas grande sino como el resultado de la atraccion de ésta. Esto es lo que sucede respecto á la Tierra y á los cuerpos diseminados por ella: todos estos cuerpos son infinitamente pequeños respecto de la Tierra, y la atraccion que ejercen sobre este globo es como cero con respecto á la que él ejerce sobre ellos.

la distancia de ésta á la luna es de 60 radios terrestres; segun esto si el centro del Sol coincidiese con el de la tierra, su superficie se extenderia á 52 radios terrestres mas allá de la luna.

El radio medio del Globo terrestre es de 6.366.745 metros, ó cerca de 1432 leguas comunes y 4 décimas.

Es menester tambien atender á la distancia que hay entre los cuerpos; porque la intensidad de la atraccion disminuye rapidamente á medida que aumenta la distancia, pues que el cálculo hace ver que obra en razon inversa de los cuadrados de las distancias.

Estas consideraciones han conducido á Newton á este principio general que es la base de todo su sistéma planetário, *las moléculas de la materia se atraen en razon directa de las masas y en razon inversa de los cuadrados de las distancias.*

Decidme, os suplico, las consecuencias del principio general de Newton.

De él se sigue que dos cuerpos situados libremente á cierta distancia deben atraerse mutuamente, y esto es lo que efectivamente sucede; porque los astrónomos han observado, que cerca de las grandes masas de montañas, el hilo á plomo no es vertical,

y que se halla atraido por la montaña; pero el ángulo que su direccion forma entónces con la vertical es siempre muy pequeño, porque las masas de las mas altas montañas son aun muy pequeñas con respecto á la masa entera de la Tierra, que desde entónces tiene mas energía para atraer al cuerpo.

Cavendisch ha probado tambien por experiencias muy exactas hechas con la balanza de torsion, que todas las masas de cualquier grosura que sean se atraen mutuamente, aunque situadas en la superficie de la Tierra que en gran parte las roba á su atraccion natural.

La balanza de torsion que debemos á Coulomb, es el instrumento mas exacto que poseemos para medir pequeñas fuerzas. Consiste en un hilo metálico delgado, aplastado, atado á un punto fijo, y en cuya extremidad libre se halla suspendida ho-

rizontalmente una palanca que tiene en cada una de sus extremidades una pequeña bala de plomo.

Mientras no está torcido el hilo de suspension, la palanca permanece en reposo en cierta posicion; pero cuando se ha torcido, trata de volver á su forma natural y á hacer dár vueltas á la palanca en su plano horizontal para restituirla á la línea de reposo. Las experiencias de Coulomb han probado que la fuerza de torsion es proporcional al ángulo que hace la palanca con su posicion estable de equilibrio. Este ángulo puede medirse por medio de un círculo graduado.

El pormenor de la experiencia de Cavendisch es el siguiente. Estando en reposo la palanca, se pone lateral y simétricamente enfrente de cada una de sus extremidades una masa de plomo de un diámetro y peso dado: la atraccion de estas masas desvia la palanca de su posicion estable; desde

entonces se tuerce el hilo, y muy pronto llega un momento en que la fuerza de torsion hace equilibrio con la atraccion: pero como la palanca llega hácia su nueva posicion con una velocidad adquirida, la pasa, despues vuelve sobre sí misma y obscila á su rededor á modo de un péndulo. La observacion hace conocer la duracion de sus obscilaciones, y comparando la longitud de la palanca con la de un péndulo que hiciese sus obscilaciones en el mismo tiempo, se saca de ella la relacion de la fuerza atractiva de cada masa con la de la Tierra, y por consecuencia la relacion de la masa del Globo con la que se ha puesto en experiencia.

Se puede determinar rigorosamente el volúmen del cuerpo sometido á la experiencia, como igualmente su densidad: ademas se conoce aproximativamente el volúmen de la Tierra: de dónde se sigue que se puede en se-

guida determinar por un cálculo simple la densidad media del Globo terrestre. Cavendisch ha hallado que la densidad del agua siendo 1, la densidad media del Globo era de cerca de 5, 48.

ATRACCION DE COHESION.

¿ Qué es lo que llamamos Cohesion?

La fuerza por la cual adhieren entre sí las partículas de los cuerpos de un modo capaz de oponer mas ó menos resistencia á su separacion.

¿ Qué es lo que se llama atraccion de cohesion?

La fuerza misma que excita á las moléculas de los cuerpos á adherirse ó juntarse entre sí: pero para dar una idea mas clara de lo que debe entenderse por *atraccion de cohesion*, pondremos una experiencia que, por decirlo así, conoce todo el mundo.

Experiencia. Si se toman dos balas de plomo sobre cada una de las cuales se halla hecho una pequeña facèta con un cuchillo, y se las reune por estas facetas apretándolas fuertemente una contra otra; se verá que adhieren ó se pegan con mucha fuerza. Si se toman dos láminas de mármol ó de vidrio bien planas y pulimentadas, y se las refriega una contra otra apretándolas con fuerza para que se toquen lo mas exactamente posible, se observará tratando de separarlas por un esfuerzo perpendicular á su superficie que tambien adhieren muy fuertemente entre sí.

¿Cuál es la causa que determina á estas dos balas ó á estas dos láminas á juntarse y á no formar por decirlo así mas que un solo cuerpo?

La ignoramos; pero la cosa sucede como si los dos cuerpos por su contacto muy inmediato se atragesen mutuamente, ó lo que es lo mismo,

como si cada partícula que puede concebirse en la superfície de una de las láminas atragese á las que le corresponde en la otra. A esta tendencia mutua aparente que solo tiene lugar muy cerca del contacto, se la designa con el nombre de *atraccion molecular*, que solo indica el fenómeno y no la causa que le produce.

¿En que difiere la atraccion molecular de la gravitacion?

En que no obra sino á distancias infinitamente pequeñas, de suerte que si la vista puede descubrir el menor intervalo entre los cuerpos que se atraen, no puede tener lugar la atraccion. M. Laplace, con la intencion de sujetar estos dos generos de atraccion á la misma ley, supone que en los cuerpos los diámetros de las moléculas son incomparablemente mas pequeños que los intervalos que las separan; por manere que cuando es apreciable á la vista el intervalo entre los

cuerpos, es excesivamente grande con respecto á las moléculas.

En las experiencias que acabamos de citar se designa mas particularmente el efecto por el nombre de *atraccion de adhesion.* La fuerza de adhesion crece con la extension de las superficies, y varía segun la naturaleza de los cuerpos que se ponen en contacto. Para explicar este hecho se supone que la accion prolongada de la fuerza atractiva excita á las moléculas á pequeñas obscilaciones á favor de las cuales se efectúa una aproximacion mas íntima y se forma un número mayor de puntos de contacto entre las dos superficies.

Todo el mundo sabe que despues de haber reducido á polvo un cuerpo no se puede conseguir inmediatamente el reintegro de las partículas para formar de ellos una masa sólida; y esto proviene de que siendo las partículas muy gruesas y desiguales en-

tre sí, se hallan por lo mismo demasiado separadas para poder atraerse mutuamente; pero se concibe que si estuviesen mas divididas y fuesen mas iguales, el espacio que dejasen entre sí vendría á ser menor, y que podrían aproximarse bastante para atraerse como las dos láminas de la experiencia precedente, y entónces se conseguiría recomponer el cuerpo que se habia quebrado.

Con una fuerte presion se pueden aproximar bastante entre sí las partículas divididas de una materia cualquiera para que puedan juntarse y formar una masa de cierta solidéz.

Partiendo de las experiencias citadas, se admite que las partículas infinitamente pequeñas de los cuerpos están agregadas entre sí como en virtud de una fuerza atractiva que ejercen unas sobre otras: el fenómeno considerado bajo este respecto toma mas particularmente el nombre de

atraccion de cohesion.

De ésta, mas ó menos modificada por la accion del calórico, dependen los diversos grados de consistencia que ofrecen un gran número de cuerpos. La atraccion de cohesion es la que les hace resistir mas ó menos á la fusion, á la solucion, y la que les escita á volver al estado sólido, cuando han sido fundidos ó puestos en disolucion por un líquido.

Cuando están los cuerpos en estado líquido, puede concebirse que están sus partículas separadas unas de otras hasta hácia los límites de sus atracciones mutuas; pero cuando la cantidad de calórico que habia producido este efecto llega á disminuirse, las partículas se aproximan, y muy luego se agregan de nuevo y vuelven á formar un cuerpo sólido.

Es preciso concebir que en virtud de la atraccion de cohesion resisten los cuerpos mas ó menos á la fusion: no

pasan al estado líquido sino cuando la acumulacion del calórico en ellos ha podido vencer la adherencia de sus partículas.

¿ Hace la temperatura algunas modificaciones en la cohesion de los cuerpos ?

Sí, seguramente. Si algun cuerpo como el lacre, el vidrio, &c. pueden traerse por un cierto grado de temperatura á una especie de blandor que permite amasarlos y configurarlos de diferentes modos, es preciso concebir que la accion del calor ha separado bastante las moléculas para que en cierto modo puedan rodar y escurrirse unas sobre otras sin dejar sin embargo de adherir entre sí. Se nota efectivamente que la accion del calor hace que estos cuerpos aumenten de volúmen. Cuando el hierro está hecho ascua ó encendido, adquiere tambien cierta blandura, de suerte que en este estado puede forjársele mejor y mas fácil-

mente que en frio, y lo mismo sucede con otros metales.

Si algunos de éstos á la temperatura ordinaria pueden ser forjados ó trabajados, como el plomo, el estaño, &c. que extendemos ó modelamos de diferentes modos por la presion, es porque sus moléculas á esta temperatura se hallan ya en el mismo caso que las del vidrio, ó del lacre, &c. á una mas elevada.

En fin, es necesario concebir lo mismo respecto de los diferentes cuerpos, como las grasas, que aun á la temperatura ordinaria, conservan un estado de blandura extrema, que permite á sus partículas rodar muy fácilmente unas sobre otras cediendo al menor choque. Estos cuerpos son como los intermedios entre los sólidos y los líquidos, pero toman mas consistencia á una temperatura mas baja.

Decidme si hay algunas modificaciones causadas por el mas ó menos

contacto de las partículas.

Se supone que en cada sustancia, la atraccion que impele á las partículas unas hácia otras tiene su intensidad particular; pero en cada especie las moléculas están unidas con tanta mas fuerza cuanto mas exactamente se tocan; de suerte que si alguna circunstancia tiene á las moléculas mas separadas unas de otras en un caso que en otro, la cohesion del cuerpo será menos fuerte en el primer caso que en el segundo. De este modo se explica por ejemplo la diferencia de cohesion entre el mármol blanco y la greda que son absolutamente de la misma composicion. Un pedazo de mármol de diez grammos presenta un volúmen mas pequeño que un pedazo de greda del mismo peso; de donde se sigue que las partículas están mas próximas unas de otras en el mármol que en la greda, y por consiguiente están en contacto mas exacto.

ATRACCION DE COMBINACION.

Esplicadme lo que es la atraccion de combinacion.

Aunque acabamos de ver casi todo lo que importa saber á la física, es decir, cómo están agregadas las moléculas entre sí, no podemos dispensarnos en algunos pormenores que miran particularmente á la Química.

Los cuerpos inorgánicos son *simples ó compuestos.*

Los simples son aquellos que no encierran mas que una sola especie de materia cuyas partículas están reunidas entre sí por la atraccion de cohesion, tales son por ejemplo los metales (1).

(1) La Química moderna ha hecho en nuestros dias los mayores progresos, y Lavoisier, Chaptal, Vauquelin, Thenard, Gay-Lysac, Wollaston, Davy y nuestros españoles Orfila, Alcon, Vallejo, Gutierrez Bueno, y otros grandes hombres, tanto extrangeros como na-

En los cuerpos compuestos, las particulares reunidas entre sí por la

cionales que la han ilustrado y enriquecido haciéndola una verdadera ciencia, dándola una nomenclatura técnica de que carecia, nos han demostrado, y están demostrando á fuerza de experiencias, que los cuerpos que antes teniamos por simples ó elementos, tales como el *agua*, el *aire*, el *fuego* y la *tierra*, no lo son, y sí unos compuestos de varios cuerpos ó sustancias. Los dos primeros, esto es, el *agua* y el *aire*, han sido descompuestos, y se ha visto que la primera se compone de oxígeno, ó aire puro vital, é hidrógeno; el segundo, tambien de oxígeno, y de gas azoe ó azotico. El tercer elemento, ésto es el *fuego*, tambien parece componerse de calórico y de luz; y el cuarto, es decir la *tierra*, se ha visto que, suponiéndola tal, es una composicion de varias materias; y ultimamente se ha visto tambien que no hay tierras, pues que todas son *metales* ú *oxides* como está demostrado en las obras modernas de Química. Segun éstas, los cuerpos simples ó elementos que se conocen en el dia son los siguientes: 1 *Luz*, 2 *Calórico*. 3 *Oxígeno*, 4 *Azoe*, 5 *Hidrógeno*: cuyas sustancias simples é imponderables pertenecen á los tres reinos de la naturaleza, y pueden considerarse como verdaderos elementos de los cuerpos: 6 *Azufre*, 7 *Fósforo*, 8 *Carbono*. Estos tres últimos cuerpos ó sustancias son simples no meta-

atraccion de cohesion son compuestos de diversas sustancias, de diferente

licas y acidificables. Las que siguen son metálicas, oxidables y acidificables: 9 *Antimonio*, 10 *Arsénico*, 11 *Bismuto*, 12 *Cobalto*, 13 *Cobre*, 14 *Cromo*, 15 *Estaño*, 16 *Hierro*, 17 *Manganeso*, 18 *Mercurio*, 19 *Nikel*, 20 *Molibdeno*, 21 *Oro*, 22 *Osmio*, 23 *Plata*, 24 *Platina*, 25 *Plomo*, 26 *Rhodio*, 27 *Telurio*, 28 *Titano*, 29 *Tunsteno*, 30 *Urano*, 31 *Zinc*, 32 *Iridio*. = Las sustancias simples térreas salificables son las siguientes: 1 Cal, 2 Magnesia, 3 Barita, 4 Estronciana, 5 Alumina, 6 Silice, 7 Circonio, 8 Glucina, 9 Ytria. Estas nueve sustancias simples son las que se llamaban *tierras* en la Química; pero en el dia se ha demostrado, como he dicho antes, que son *oxides ó metales*.

En el estado actual de la Química, dice nuestro don José Mariano Vallejo en su *Compendio de Mecánica-práctica*, pág. 151, además de las cuatro sustancias imponderables *Calórico*, *Lumínico*, *Eléctrico* y *Magnético*, y del *oxígeno*, se consideran tambien como simples las siguientes que se dividen en dos secciones = 1 seccion. *Cuerpos simples no metálicos*. 1 Hidrógeno, 2 Boro, 3 Carbono, 4 Fósforo, 5 Azufre, 6 Azoe, 7 Yodo, 8 Cloro, 9 Fluor. Los de la 2 seccion que comprende las *sustancias metálicas*, se subdividen en seis clases, segun su mayor afinidad

naturaleza *combinadas juntamente.* El Químico considera la combinacion de estas sustancias como el resultado de una atraccion particular de las moléculas de diferentes especies, unas por otras, y designa este fenómeno con el nombre de *atraccion de combinacion*,

para descomponer el agua, atendiendo á la temperatura en que se verifica esta descomposicion; y principiando por la de menor afinidad son las siguientes: I CLASE = Silicio, Circonio, Aluminio, Ytrio, Glucino y Magnesio. = 2 CLASE. = Calcio, Estróncio, Bario, Sodio y Potasio = 3 CLASE. = Manganeso, Zinc, Hierro, Estaño. = 4 CLASE. = Arsénico, Molibdeno, Cromo, Tunsteno, Colombio, Antimonio, Uranio, Cerio, Cobalto, Titano, Bismuto, Cobre y Telurio. = 5 CLASE. = Nikel, Plomo, Mercurio, Osmio. = 6 Y ULTIMA CLASE. = Plata, Paladio, Rhodio, Platina, Oro, Iridio.

Ademas de todos estos cuerpos ó sustancias simples, hay tres que aun no son bien conocidas, esto es si son verdaderamente simples, y son el *Radical muriático*, *Radical fluórico* y *Radical borácico.* (Véase para tomar el conocimiento necesario y extenso de esto, las obras de Thenard y Orfila, segunda edicion.)

de *atraccion de composicion*, ó de *afinidad química*.

En los cuerpos compuestos como la sal comun, el alumbre &c., es necesario distinguir dos causas diferentes que concurren á su formacion, á saber: la *atraccion de combinacion*, que reune las moléculas simples de especies diferentes para formar de ellas partículas compuestas que se llaman *partículas integrantes*; y la *atraccion de cohesion*, en virtud de la cual se agregan entre sí estas partículas integrantes.

Explicadme cómo se verifica la combinacion y cuántas especies hay de ella.

Se dice que dos ó mas cuerpos se combinan siempre que obran uno sobre otro de manera que forman un todo, del que la mas pequeña parte encierra los componentes en la misma proporcion que la masa total. Así se mira como una combinacion la mez-

cia íntima de diversos líquidos entre sí, por ejemplo del agua y del espíritu de vino, del agua y los ácidos &c. Esta especie de combinacion puede tener lugar sin límite en todas las proporciones imaginables.

La disolucion de una sal por el agua es tambien una combinacion: tiene cavida en todas las proporciones hasta un cierto término, pasado el cual el agua no puede ya disolver inmediatamente ninguna parte de sal. Lo mismo es preciso decir la disolucion de un gas por el agua.

En estos dos géneros de combinacion, el compuesto conserva siempre las propiedades principales de los componentes, como el sabor, el olor &c. Pero hay sin embargo unos caracteres propios que se encuentran en la pesadez específica, que ordinariamente es mayor que la que podia calcularse por la naturaleza y la cantidad de los componentes, en el modo de

propagar el calor, en la capacidad de calórico &c. &c.

Hay otro género de combinacion muy diferente de los primeros. Un gran número de cuerpos no se combinan entre sí sino en cierto número de proporciones todas determinadas y constantes, y jamás se combinan en las intermediarias. El compuesto que de aquí resulta posee unas propiedades muy diferentes de las de los componentes: por ejemplo, los dos gases hidrógeno y oxígeno no se combinan mas que en la sola proporcion de dos volúmenes de uno con un volúmen de otro; el resultado es el agua, cuyas propiedades difieren totalmente de la de los componentes.

La atraccion de combinacion, así como la de cohesion, no tiene lugar sino cuando las moléculas están á una distancia inapreciable unas de otras; puede ejercerse entre cuerpos simples, entre cuerpos simples y compuestos,

ó entre compuestos. En general puede decirse que todos los cuerpos propenden á combinarse; pero esta tendencia mutua no tiene en todos la misma intensidad: de suerte que de dos cuerpos el uno se unirá mas fácilmente á un tercero que el otro; y generalmente hay tanta intensidad de atracciones diversas como cuerpos diferentes.

¿Puede medirse la intensidad de la atraccion de combinacion?

Pueden medirse hasta cierto punto las relaciones de estas tendencias mútuas de un cuerpo determinado con otros diferentes cuerpos, examinando los compuestos en que este cuerpo está combinado con toda la cuantidad posible de tal ó tal otro: por ejemplo, si una cantidad determinada de agua puede disolver una parte de sal, dos de otra, tres de otra, &c., se concluirá de aquí que las tendencias mútuas del agua y de estas sales

y quizá tambien para aumentar la afinidad mútua.

En una disolucion saturada debe concebirse que hay equilibrio entre la atraccion de cohesion de las partículas del cuerpo sólido disuelto y la atraccion mútua de este cuerpo y del agua; de suerte que el mas pequeño aumento de cohesion debe hacer volver á pasar una parte de la sal al estado sólido: así toda solucion que despues de haber sido saturada á la temperatura ordinaria, ha tomado por la aplicacion del calor una nueva cantidad de sal, la depone en enfriándose: esto puede verse haciendo disolver en agua hirbiendo tanto alumbre cuanto sea posible: mientras la disolucion esté caliente nada pasará; pero tan luego como se enfrie se verá deponer una parte de la sal en masa sólida ó en cristales octaedros, esto es, de ocho facetas ó caras.

Lo mismo sucede cuando se dis-

minuye la cantidad de líquido por la evaporacion: en ambos casos las moléculas se aproximan y se las repone en su esfera de atraccion mútua de cohesion.

Me parecen suficientes para el objeto que me propongo en esta obrita los pormenores en que acabamos de entrar; si acaso quisieseis una instruccion mas profunda sobre esta materia, podreis recurrir á las muchas excelentes obras modernas de Química que tanto en francés como traducidas, poseemos en el dia en dondonde satisfareis completamente vuestra curiosidad.

MECÁNICA.

¿Qué es la Mecánica?

Una ciencia que nos enseña las leyes del equilibrio y del movimiento de los cuerpos sólidos. Se divide en dos ramos á saber: la *Estática* que

se ocupa del equilibrio de los cuerpos, y la *Dinámica* que se ocupa de su movimiento.

¿Qué es lo que se llama Máquina?

Se dá este nombre á todo instrumento destinado á trausmitir la accion de una fuerza á un punto que no está sobre su direccion ó á mudar la direccion de esta fuerza: en una palabra, las máquinas son unos instrumentos simples ó compuestos, cuyo destino es el de producir el movimiento, de modo que se ahorre algun tiempo en la ejecucion del efecto ó alguna fuerza en la causa de él.

¿Se distinguen muchas clases de máquinas?

Sí: se distinguen en máquinas simples, y máquinas compuestas.

¿Cuáles son las máquinas simples?

Hay siete: la *Palanca*, la *Polea* ó *garrucha*, el *Torno*, la *Rueda dentada* ó *cabria*, el *Plano inclinado*, el *Tornillo* ó *Rosca* y la *Cuña*.

¿*Qué es la* Palanca?

Una vara de madera ó hierro inflexible, derecha ó curva, y movible por uno de sus extremos ó puntos, fijada enmedio de un obstáculo invencible que se llama *punto de apoyo* (Figs. 7 y 8, lám. 1).

¿*Para qué sirve la Palanca?*

Para levantar pesos considerables, y en general para producir esfuerzos muy grandes con poca fuerza; y se la emplea en todo género de pesos.

¿*Qué es la* Polea ó Garrucha?

La Polea es un cuerpo redondo plano, movible sobre su eje, y en cuya circunferencia ó canto se halla una garganta ó surco que recibe la cuerda á la cual se aplica de una parte la *potencia*, esto es, la fuerza que se hace, y por otra la *resistencia* ó peso. Esta garganta ó surco no se hace redondo sino en ángulo, á fin de que estando la cuerda en algun modo sujeta en este ángulo no se deslice por

la garganta (Fig. 9, lám. 1).

¿Para qué sirve la Polea?

Para variar la direccion de una fuerza, ó para producir un grande efecto con poca fuerza cuando se emplean muchas poleas de las cuales las unas son fijas y las otras movibles.

¿Qué es la Trócula?

Un sistema de muchas poleas juntas en una misma chapa ó sobre un eje ó ejes particulares (Figs. 10 y 11, lám. 1).

¿Qué es el Torno ó Cabria?

Una máquina compuesta de un cilindro movible sobre su eje, sostenido sobre dos puntos fijos: dicho cilindro se rodea de una cuerda que está fija en él por una de sus extremidades, y atada por la otra á la resistencia ó peso que se quiere atraer. Algunos hombres hacen dar vuelta al cilindro, ya por una rueda guarnecida de pinas ó aspas en figura de cruz á las cuales se asen, ó ya

por medio de grandes palancas puestas á la cabeza del cilindro referido (Figs. 12 y 13, lám. 1).

¿Para qué sirve esta máquina?

Para producir tambien grandes esfuerzos; y se emplea en las gruas ó máquinas para la extraccion de piedras de las canteras.

¿A qué se llama Ruedas dentadas?

Á unas ruedas guarnecidas de dientes en su circunferencia, dispuestos de forma que los de la una rueda entrando en el intervalo de los de la otra, la primera comunica á la segunda el movimiento que ella recibe de sí misma: ordinariamente se ponen en un mismo árbol dos ruedas de las cuales la una es de un diámetro mas pequeño y se llama *Piñon* (Fig. 14, lám. 1).

El *Cric* ó *gato* es de una máquina compuesta de ruedas dentadas, que es muy comun, mediante la cual con una pequeña fuerza puede vencerse

una grande resistencia, ó lo que es lo mismo, levantar un gran peso. El *Cric simple* se compone de una barra de hierro guarnecida de dientes en una de sus caras y movible, metida en una caja: los dientes de la barra encajan con los de un piñon que se hace girar sobre su eje por medio del manubio ó cigüeña. Los dientes del piñon levantan la barra y hacen por consiguiente subir el peso colocado sobre la cabeza. Los albañiles se sirven de esta máquina para levantar piedras enormes; los carpinteros y carreteros para levantar sus carros. Un pequeño Cric es el que hace subir ó bajar la torcida en esos velones acharolados que han aparecido en esta Córte de unos años á esta parte en las tiendas de los tiroleses y demas extrangeros, y de que hacemos uso frecuentemente. (Fig. 15, lám. 1).

¿Qué es el Plano inclinado?

Se llama así toda tabla, ó cosa se-

mejante que hace un ángulo agudo con otro plano horizontal. Nos servimos de él para facilitar el descenso ó bajada de fardos ú otras cosas muy pesadas; ó para subirlas mas facilmente á cualquiera altura mediana como carruage &c.

¿Qué es el Tornillo ó rosca?

Un cilindro derecho, mas ó menos largo y grueso, sobre la circunferencia del cual se ha abierto una hendidura ó garganta en espiral, que rodea oblicuamente todo el cilindro de una extremidad á otra: este cilindro entra en la cavidad ó agujero de otra pieza de madera ó hierro que se llama *Tuerca*, cuya circunferencia está asímismo hendida como el cilindro con el cual encaja perfectamente, de manera que el filete ó esquina de él, viene á entrar en el hueco ó interválo que forma el surco de la tuerca, en tal disposicion que dando vuelta al rededor del cilindro siguiendo la direccion de la hendidu-

ra señalada en él, corre todo el cilindro desde una extremidad á otra, por la que puede salirse la tuerca si no estuviese, como lo está regularmente, afianzada ó fija dicha extremidad del cilindro á algun plano horizontal ó perpendicular (Fig. 16, lám. 1.)

¿Para qué sirve la Tuerca?

Se emplea regularmente para hacer grandes presiones como en los lagares para exprimir perfectamente la uva, en cuyo caso el cilindro se llama *Husillo*, el cual está derecho sobre el plano horizontal ó mesilla, encima del que está puesta la uva bien apretada, y dando vueltas á la tuerca, en fuerza de la presion, va exprimiendo el mosto, el que sale por la mesilla y corre á la vasija preparada para recibirlo. Sirve tambien esta máquina para los carpinteros y carreteros para asegurar las maderas que quieren serrar, acepillar ó hacer que junten bien; en cuyo caso se compone de dos cilindros

horizontales y dos tuercas para la prensa para asegurar diferentes piezas de un modo sólido; y algunas veces se emplea tambien la rosca para comunicar un movimiento de rotacion sobre su árbol á una rueda dentada; en cuyo caso se llama *Rosca sin fin* (Fig. 17, lám. 1).

¿Qué es la Cuña?

Ordinariamente es un instrumento de madera ó hierro que presenta un corte que se introduce en una hendidura para separar dos partes de un cuerpo. Los cuchillos, las hachas &c. pueden considerarse como unas cuñas. La cara que recibe el esfuerzo se llama *cabeza de la cuña*: la punta ó espina por donde principia á introducirse, se llama *corte*, y las caras por las que comprime los cuerpos que separa se llaman lados. (Fig. 18, lám. 1).

HIDRODINÁMICA.

¿Qué es la Hidrodinámica?

Uua ciencia que tiene por objeto la accion física de los fluidos. Comprende dos partes: la *Hidrostática* y la *Hidráulica.*

¿Qué es la Hidrostática?

La ciencia que se ocupa de la pesantéz y accion de los fluidos.

¿Cuáles son los cuerpos que se llaman fluidos, *y qué son estos?*

Son unas sustancias cuyas partes son movibles entre sí, no tienen nada, ó casi nada, de cohesion unas con otras; tales son el agua, el aire &c., pues se mueven independientemente. Los fluidos producen diferentes fenómenos curiosos é interesantes.

¿Cuáles son los mas notables?

La ascension del agua en las bombas, la del mercurio en el barómetro y el juego de los sifones debidos á

la accion de un fluido sobre otro y á la presion del aire sobre los otros fluidos.

¿Qué es el Areómetro?

Un instrumento de vidrio dividido en partes iguales en su longitud, que sumergido en los fluidos sirve para hacer conocer su peso específico (Fig. 3, lám. 1).

¿A qué se llama Tubos capilares?

Se dá el nombre de tubos capilares á unos cañoncitos delgados que sumergidos en un líquido por una de sus extremidades, tienen la propiedad de hacer subir ó bajar fuera de su nivel la columna de líquido que se introduce en su interior. No se sabe aun, ó no se está de acuerdo sobre la causa de este fenómeno.

¿Qué es la Hidráulica?

La ciencia que tiene por objeto el movimiento de los fluidos. Por los principios de esta ciencia se encuen-

tran los medios de conducir las aguas de un lugar á otro por canales, acueductos, bombas y otras máquinas hidráulicas, ya sea para hacer surtidores. ó ya para otras cosas ó usos.

¿Cual es la causa de que suba el agua por los surtidores ó fuentes?

Es la presion ejercida por el fluido, ya por la elevacion de los reservatorios ó depósitos de donde viene el agua, ó ya por la elasticidad de aire comprimido por las máquinas hidráulicas.

¿Cuál es la construccion de las Bombas?

Estas se componen de un tubo hueco bien unido á lo interior que se le llama *cuerpo de Bomba*, en el cual se hace entrar un tapon ó piston que se le pone en juego por medio de un astil de metal, á la extremidad del cual se adapta la fuerza motriz por medio de una palanca ó cualquiera otra máquina: á esto se junta un tu-

bo ascendente para conducir el agua á la altura que se desea; y en fin unas válvulas ó sopapos (es decir unos tapones movibles).

¿No hay muchas especies de Bombas?

Sí: hay las *compresivas* (Fig 4, lám. 1), las *aspirantes* (Fig. 5) y las que á un mismo tiempo son *aspirantes* y *compresivas* (Fig. 6).

¿Qué ventajas nos acarrea la Hidráulica?

Esta ciencia nos ha enseñado á emplear el agua para obrar grandes esfuerzos, como se ve en todos los molinos y en todas las máquinas puestas en juego por medio de una rueda de álabes ó paletas cuya parte inferior sumergida en el agua corriente produce una fuerza muchas veces mayor que la de cuatro caballos, y que ademas es uniforme y continua.

FLUIDOS AËRIFORMES.

Se llaman *Fluidos aëriformes*, como dijimos al principio de esta obra, los que, como el aire, son muchas veces sin color, invisibles, y siempre muy elásticos. Tambien se les dá el nombre de *Gas.* Hay un gran número de éstos, y se dividen en dos clases, esto es, en *Gases permanentes* y *Gases no permanentes.*

¿Qué se entiende por estas palabras?

Por *Gases permanentes* se entienden los que conservan el estado aëriforme á todas las temperaturas y presiones á que sean expuestos, ó lo que viene á ser lo mismo, los que no se liquidan por la accion del frio; y por *Gases no permanentes*, ó *vapores* los que toman el estado líquido ó sólido cuando llega á disminuirse sensiblemente la temperatura, ó cuando se someten á una fuerte presion.

¿Qué particularidades tienen los fluidos aëriformes?

Ademas de la pesantéz que poseen como los demas cuerpos, pues que como ellos se componen de partículas imperceptibles por su pequeñéz dotadas de una extrema movilidad, son asimismo capaces de compresion y de elasticidad, y ademas de estas propiedades tienen algunas otras circunstancias particulares que vamos á examinar.

DEL AIRE.

¿Cuál es el fluido aëriforme mas útil y mas esparcido?

El *Aire*, fluido permanente, pesado muy compresible, muy elastico é invisible. Rodea por todas partes el Globo de la Tierra al rededor de la cual forma una capa que se llama *Atmósfera*.

El aire atmosférico, segun Brisson, está compuesto de los fluidos

elásticos simplemente mezclados entre sí, de los que el uno es el *aire puro ó vital*, que llamamos *Gas oxígeno*, y el otro una mofeta llamada *Gas azótico ó atmosférico*, y la proporcion en que se hallan estos dos gases es en la de 28 partes de oxígeno y 72 de azoe, y segun otros son 21 las partes del oxígeno y 79 las del azoe. De todos modos la base del aire atmosférico está compuesta del oxígeno y del azoe. Ademas, dice don José Mariano Vallejo (1) contiene algunos átomos de ácido carbónico y de agua, cuya cantidad varía segun las localidades y demas circunstancias; lo que no sucede con la del oxígeno y el azoe cuya proporcion es la misma en todos los parages, tiempos y circunstancias.

¿Ejerce la atmósfera alguna presion sobre la tierra?

Sí seguramente; y si no es sensible

(1) Compendio de matématicas puras y mixtas, tom. 2 pág. 282.

ordinariamente, es porque como obra de todos lados se hace equilibrio á sí misma.

¿Hay algun instrumento para conocer la presion de la atmósfera sobre la tierra?

Sí, el *Barómetro*, que "es un tubo de vidrio de cerca de una vara de largo, cerrado por un extremo, cuyo interior se ha procurado limpiar y secar perfectamente. Para cargarle, se llena todo el tubo con mercurio purificado y que se halle bien depurado de aire; despues se ajusta bien la yema del dedo en la parte abierta del tubo, se vuelve éste y se introduce en una cubeta que contiene mercurio en cantidad bastante grande para que despues de quitar el dedo no pueda entrar el aire en el tubo. En este caso el mercurio del tubo baja hasta que se queda á una altura de 32 pulgadas, poco mas ó menos, sobre el nivel de la cubeta. La suspension de es-

ta columna de mercurio se debe á la presion que el aire atmosférico ejerce sobre el mercurio de la cubeta; lo cual acredita la experiencia, pues introduciendo el tubo en un recipiente y extrayendo el aire por medio de la máquina neumática, conforme se va extrayendo va descendiendo el mercurio del tubo é introduciéndose otra vez el aire en el recipiente, vuelve á subir. Y como en llegando á una cierta altura se detiene, es prueba de que allí está equilibrado con el aire atmosférico; luego *una columna vertical de aire atmosférico de toda la altura de la atmósfera, pesa tanto como una columna de mercurio de igual base que la de aire, y de 32 pulgadas poco mas ó menos de altura.*

¿Sirve el Barómetro para algunos otros usos?

"Sirve tambien para determinar las alturas de un lugar respecto de otro ó la diferencia de nivel entre dos pun-

tos conocidos; pues si se lleva el *Barómetro* de un parage á otro mas elevado, la columna de aire que comprime al mercurio de la cubeta será mas corta y por consiguiente menos pesada, luego no podrá sostener al mercurio del tubo á la misma altura á que estaba en el sitio mas bajo, y descenderá (1).

Habeis hablado anteriormente de la Máquina neumática; *ruegoos me digais ¿qué es esta Máquina?*

Un instrumento compuesto de una ó dos bombas aspirantes ó atractivas, por medio del cual se puede hacer el vacío en un vaso cualquiera, es decir privar del aire interior de este vaso, que ordinariamente es una campana de cristal que se llama *recipiente*, y de consiguiente cualquiera animal que se halle dentro al momen-

(1) Compendio de Matemáticas puras y mixtas de don J. M. Vallejo = tom. ° 282 y 283.

to que por medio de ciertos embolos que tiene la máquina se principia á extraer el aire, principia tambien, como es natural, á faltarle la respiracion, entra despues en combulsion y últimamente morirá si pronto no se vuelve á introducir el aire en el recipiente. La máquina neumática ofrece algunos fenómenos curiosos que pueden sorprender á personas no instruidas en los secretos de la Física; tal es por ejemplo el de una pera ya arrugada y consumida, que metida dentro del recipiente, principiando á extraerse el aire de él, principia tambien a desarrugarse quedándose como si fuese fresca. Para que esto se verifique solo se ha de extraer el aire hasta cierto punto, pues si se extrae en demasia, ó totalmente, rebentara la pera; porque la causa de desarrugarse proviene de que extrayéndose las columnas de aire que por todos lados comprimian á la pera, el que esta tie-

ne cerrado en su interior se dilata y hace por consiguiente que se desarrugue; pero si se siguiese extrayendo, ó se extragese totalmente el aire del recipiente, no teniendo el del interior de la pera quien le contuviese y formase equilibrio, rebentaría ésta y saldria tambien del recipiente. Si hecha la experiencia se vuelve á introducir el aire, la pera volverá á encogerse, y quedarse como estaba. Vea el Lector curioso sobre esta materia la preciosa obra intitulada *Recreacion filosófica ó Diálogo sobre la Filosofia natural* del P. don Teodoro de Almeida tom. 3.° tarde XIII.

DE LOS CUERPOS QUE FLOTAN Ó SE SOSTIENEN EN LOS FLUIDOS AERIFORMES (1).

Si en un vaso lleno de agua y de mercurio se echa un pedazo de hierro, se verá atravesar este metal toda la columna acuosa y detenerse en la superficie del mercurio, sobre la que flota con facilidad. Del mismo modo si en el fondo de un vaso lleno de aire se introduce cierta cantidad de gas ácido carbónico, podrá hacerse que ciertos cuerpos que atraviesan facilmente el aire atmosférico se detengan y flo-

(1) Sin embargo de que mi objeto en esta obra es dar un pequeño extracto de la de Física de Beudant y de las mejores que tenemos traducidas ó compuestas en español, como hasta aquí habrá advertido el Lector, pongo íntegro este capítulo de Beudant como lo he hecho ya de otros como la Gravitacion universal y accion &c. y lo haré igualmente de algunos, porque contienen cosas tan útiles y dignas de saberse que no es justo omitirlas, privando á los Lectores del gusto de saberlas.

ten en la superficie del gas ácido carbónico que es mas pesado que aquél. Esto es, por ejemplo lo que sucede con las pompitas de jabon.

Los cuerpos que son específicamente mas ligeros que el aire atmosférico, son tambien susceptibles de elevarse en él. En el dia tenemos un ejemplo de esto bien familiar en los Globos aereostáticos por medio de los cuales podemos elevarnos en los aires á una grande altura. Los Globos ordinarios se componen de una gran vegiga de tafetan gomado (1) que se infla con el gas hidrógeno (aire inflamable). Un hilo, es decir una cuerda, pasa por este Globo y sostiene la barquilla que regularmente pende de él dentro de la cual va el que le dirige.

(1) Lo que se llama tafetan gomado es una tela de seda, lino ó algodon bañada de un barniz grueso muy blando y suave. El barniz que se usa para los globos contiene mucho caou-chouc (Goma elástica).

Un sopapo, esto es una especie de tapon movible ó resorte situado en la parte superior, deja escapar el gas á medida que se dilata al pasar por las capas de la atmósfera cada vez menos densas, previniendo ó evitando de este modo la rotura del globo que ocasionaría bien pronto la dilatacion, cayendo á tierra y pereciendo el conductor de la máquina.

El primer Globo aërcostático fué inventado por Mont-Golfier de donde viene el nombre que se le ha dado; pero esta máquina es muy diferente de la que acabamos de citar: consiste en un globo ligero, abierto por su parte inferior, bajo la cual se halla una hornilla en que se enciende fuego. El calor dilata el aire naturalmente encerrado en el globo, que desde luego se hincha considerablemeute y adquiere por ello una ligereza específica en virtud de la cual se eleva en la atmósfera llevando consigo la hor-

nilla y el combustible que debe alimentar el fuego.

Deben distinguirse los cuerpos que nadan en la atmósfera en virtud de su ligereza específica, de los que permanecen en ella simplemente suspendidos por algun tiempo, como una materia muy dividida permanece suspendida en un líquido. El humo, las nubes, el polvo &c. están en este caso.

El *humo* es un carbon sumamente dividido, que es arrastrado fuera de los cañones de las chimeneas y como lanzado en la atmósfera bajo la forma de nubes por el aire que ha dilatado el calor del fogon. Siendo este aire dilatado menos denso que el inmediato que le rodea, se eleva en las chimeneas con cierta velocidad y arrastra consigo una gran parte de los productos de la combustion.

Apenas el humo ha llegado á salir de la chimenea y fuera de la corriente que le arrastraba, cuando se

percibe su tendencia á precipitarse hácia la tierra; pero entonces el menor viento le dispersa ó deshace en la atmósfera, é inmediatamente despues ya no se le distingue ni se sabe qué se ha hecho. Parece sin embargo bastante evidente que debe acabar por deponerse despues de haber permanecido suspenso mas ó menos tiempo; esto es lo que prueba una bella observacion que es fácil hacer por sí mismo.

Durante el Invierno, y cuando el campo está cubierto de nieve, debe examinarse hácia qué lado lleva el viento los humos que salen de las chimeneas de una gran ciudad, ó pueblo grande, y despues de haberlo conocido, transportarse á una legua de allí á los campos que se hallan en dicha direccion. Si se gusta entonces la nieve de que está cubierta la tierra, se la hallará de un sabor á hollin y de humo en extremo fuerte. Se me ha dicho que en Londres, donde habi-

tualmente se quema carbon de tierra, es mayor aun el sabor á humo, y que la nieve misma tiene color sensible de él, y no hallo dificultad en creerlo; porque enmedio de la misma ciudad caen continuamente pequeños copos de color de humo, los que muchas veces manchan la cara y las manos.

Las *Nubes*. Mas adelante veremos que el calor hace pasar los líquidos al estado de vapor, y que en seguida se mezcla con el aire atmosférico, como los gases se mezclan entre sí.

Cuando en algun punto de nuestra atmósfera llega á disminuirse la temperatura, el vapor que allí se halla tira á volver á pasar al estado líquido; pero hallándose colocadas las partículas de agua entre las del aire, experimentan de parte de este fluido un obstáculo para su reunion en masa: de suerte que se forman unos globulitos extremamente delicados, divididos unos de otros por una pequeña

capa de aire. Las nieblas y las nubes son montones de estos globulillos que nadan en la atmósfera por mucho ó poco tiempo hasta que en fin se deponen lentamente en la superficie de la tierra, ó se resuelven en lluvia.

Las *Polvaredas*. Todo el mundo ha debido notar la enorme cantidad de polvo que levanta el viento en los caminos y transporta á alguna distancia en el campo: en el mediodia de la Francia sobre todo es donde pueden observarse en grande estos efectos. Yo he visto muchas veces obscurecido el aire dias enteros por una niebla de polvo y á una distancia muy considerable del lugar de donde podia ser llevado por los vientos. En diversas relaciones de viages se habla tambien de nubes de polvo muy voluminosas que flotan sobre las llanuras arenosas del Egipto.

Pero ademas de estas polvaredas que se ofrecen siempre á la vista de

un modo evidente, y que no permacen largo tiempo suspendidas en el aire porque sus partículas son extremadamente groseras, flotan continuamente en la atmósfera una multitud de corpusculillos sumamente delicados que no se perciben bien sino en un cuarto obscuro por donde pasa un rayo de sol. Parece que cuanto es mas fuerte el calor, es mas considerable el número de los corpusculillos. Estos son mucho mas raros en invierno que en Estio.

Se ignora absolutamente la naturaleza de este polvillo tan delicado: quizá sea una mezcla de materia inerte, en extremo dividida, y gérmenes sumamente delicados de diversas especies de seres organizados, como huevos de insectos, semillas de plantas, y aun el polvo fecundante de los estambres de las flores.

En efecto se sabe por las observaciones de los naturalistas que en una

los campos.

Las mas exactas y precisas observaciones prueban que estos polvos amarillos son los verdaderos agentes de la fecundacion de las flores de pistilo, ó como ordinariamente se dice, de las *flores hembras.*

DEL VIENTO,
y de diversas causas del movimiento de los fluidos aëriformes.

¿Qué es el Viento?

Un movimiento de traslacion del aire por el cual una cierta porcion de la atmósfera es llevada de un lugar á otro con una velocidad mas ó menos grande que causa su fuerza, y en una direccion variable que hace darle diferentes nombres. Los Físicos no están de acuerdo sobre la causa de los vientos; pero se cree que provienen de la falta de equilibrio producida las mas veces por el calor, que aumentan-

do la elasticidad del aire, rechaza al que le está inmediato, y de este modo se rompe el equilibrio.

Para que una masa de fluido aëriforme esté en equilibrio, dice Beudant, ès necesario que las densidades de las diferentes capas horizontales de que puede concebirsela compuesta, para razonar con mas facilidad, vayan á menos, partiendo de la mas baja en progresion geométrica. Si por una causa cualquiera la densidad de una de las capas llega á apartarse de esta ley, ya mas ya menos, se rompe el equilibrio y no puede restablecerse sino despues de diversos movimientos.

Entre las causas que pueden hacer variar la densidad de las capas de aire; la mas importante, y la única que puede producir grandes efectos, es la variacion de temperatura. El aumento de calor aumenta la elasticidad de los fluidos aëriformes, de suerte que si una porcion cualquiera de la

masa del fluido está mas caliente que las otras, se dilata, se hace mas ligera, ó, lo que es lo mismo, de menos peso, y se dirige hácia las regiones mas elevadas: entonces es reemplazada por las partes mas frias que de todas partes concurren. Si la accion del calor es continua en el mismo punto, se establece una corriente continua efluente sobre la parte caliente, y otra afluente debajo..

Si por el contrario llega á disminuirse el calor, la porcion sobre la cual tiene lugar el efecto, se contrae, se hace especificamente mas pesada y se dirige hácia las partes mas bajas; y entonces las partes adyacentes se precipitan en el vacío que deja tras ellas.

Las corrientes de aire que se forman en nuestros hornos, la mayor parte de los vientos que se hacen sentir en la superficie de la tierra y una multitud de otros efectos, son originariamente producidos por el aumen-

to ó disminucion del calor en alguna porcion de nuestra atmósfera. Los movimientos que de ellos resultan pueden en seguida combinarse con los producidos por otras causas para formar corrientes constantes ó momentáneas. Así es como por ejemplo, son producidos los vientos generales (en francés *alizés*) que soplan regularmente bajo el ecuador hasta el 30° paralelo. Su direccion es contraria al movimiento de la Tierra, es decir, que soplan de oriente á occidente, ó si se quiere, del Este al Oueste, y de aquí el nombre de *viento del Este* que se les ha dado.

Para formarnos una idea de la causa de este viento constante, es preciso notar que el calor dilata habitualmente la masa de aire situada en el ecuador, al paso que el frio condensa la que se halla en los polos. De aquí resulta que del Norte y del Sur viene al ecuador y á la superficie de la tierra una corriente de aire fresco

para reemplazar al aire que en virtud de su dilatacion se ha elevado al ecuador, y que en las partes superiores forma una corriente que se dirige al contrario del ecuador á los polos.

Esto supuesto, notemos que la atmósfera es llevada con la tierra en su movimiento de rotacion, y que la velocidad de ésta que adquieren las moléculas de aire es tanto mas pequeña cuanto estas moléculas están situadas mas cerca de los polos, porque se hallan á la extremidad de un radio mas pequeño. Mas cuando es transportada una molécula de un paralelo polar al ecuador, no tiene tiempo para tomar la velocidad del nuevo paralelo adonde llega y se halla necesariamente en retardacion; de suerte que opone á los otros cuerpos, que poseen ya toda la velocidad de los paralelos, una resistencia que parece venir del oriente, y esto es lo que hace que bajo el ecuador parezca que la

atmósfera, en general, tiene un movimiento del Este al Oueste.

En virtud de la fuerza que determina en la atmósfera una corriente del Este, y de la que determina otra del Norte al ecuador, resulta para el hemisferio boreal una corriente de Nord-este. Del mismo modo la corriente del Sur combinada con la del Este, determina para el hemisferio austral una corriente constante de Sud-este.

¿Cuáles son los nombres de los vientos que mas generalmente conocemos?

Los cuatro principales son: el viento del *Norte*: el del *Sur*: el del *Este ú oriente* y el de *Oueste ú occidente*; nombres que traen su orígen del de las cuatro partes del mundo, de donde parece que soplan.

El viento del *Norte ó Septentrion*, es ordinariamente el mas frio, porque nos viene de los paises de la Zona glacial.

El viento del *Mediodia ó Sur*, es el mas cálido porque viene de la Zona torrida, país mas cálido que el nuestro, y nos trae muchas nubes porque pasa sobre el Mediterraneo.

El viento del *Oriente* ó del *Este*, es el mas seco, porque nos viene del gran continente de Asia donde hay pocos mares.

Y el viento del *Occidente* ó del *Oueste* es el mas humedo y nos dá muchas veces lluvia porque nos viene del oceano atlántico.

¿Qué son los Torbellinos?

El *Torbellino*, *remolino ó uracan*, cuyos tres nombres acostumbramos á usar, es producido por unos vientos impetuosos que en su camino encuentran nubes espesas que les sirven de obtáculo, les comprimen y hacen bajar sobre la tierra con ímpetu, dando vueltas en forma de remolino.

¿Qué denota un color bermejizo disperso acá y allá en las nubes?

Demuestra una gran condensacion de aire y anuncia viento.

¿No hay algunas acciones mecánicas que produzcan movimientos del aire, ó lo que es lo mismo, viento?

Sí: cuando una máquina capaz de tocar á un tiempo un volúmen de aire bastante grande se halla en movimiento en medio de una masa de este fluido en reposo, le determina necesariamente á moverse. Así es, por ejemplo, que agitando un pañuelo enmedio de un cuarto, producimos en el aire que encierra un movimiento que se hace sentir como un viento ligero. Cuando uno se pasea rápidamente en un aposento, hace una mutacion de aire que produce la impresion de un viento fresco para los demas que se hallan en la misma pieza. Esta circunstancia se nota sobre todo en el invierno: y así es que no hay nadie que en esta estacion y en semejante caso, no se queje de otro diciéndole: *Vmd. me hace aire*, (ó viento).

En general todos los cuerpos que se mueven en medio de nuestra atmósfera determinan cierto movimiento en esta masa de aire. Asi, un rio que corre con alguna rapidéz, arrastra en su movimiento la capa de aire que está en contacto con ella. Todo el mundo podrá advertir sobre corrientes de agua cierto viento que sigue la direccion de la corriente.

Segun estas observaciones se han construido varias especies de ventiladores de que nos servimos ya para procurar á una masa de aire metida en un lugar cerrado cierto movimiento que produce la frescura, y ya para renovar realmente el aire en estos lugares. Los ventiladores son útiles sobre todo en los hospitales, en las cárceles, en las galerías de las minas &c. El *Abanico* es un ventilador demasiado conocido para detenernos á hablar de él. Ciertos ventiladores se componen de una rueda de volantes que dá vuelta

sobre un eje horizontal ó vertical. En diversos casos se han empleado corrientes de agua que arrastran tras sí cierta cantidad de aire que conducen hasta el lugar en que se hace sentir la necesidad de su renovacion: tal es el efecto de las *trompas* de que se sirven en las minas; en otras partes el ventilador es un verdadero fuelle; y en fin en algunos casos se determina una corriente de aire dilatando en un punto el fluido por el calor, mientras puede entrar por el otro el aire fresco.

DEL CHOQUE Y DE LA RESISTENCIA DE LOS FLUIDOS AERIFORMES.

Todo cuanto puede decirse del choque y de la resistencia de los líquidos, puede aplicarse á los fluidos aëriformes con algunas pequeñas diferencias que dependen de la compresibilidad y de la elasticidad de que están dotados estos fluidos. Teóricamen-

te hablando, puede decirse que el efecto del choque del aire es proporcional á la densidad de este fluido, al cuadrado de su velocidad y á la superficie del cuerpo chocado. La resistencia que opone el aire al movimiento de los cuerpos que le atraviesan, es proporcional á su densidad, á la superficie del cuerpo en movimiento y al cuadrado de su velocidad.

Aunque sea el aire un fluido muy raro, sentimos muchas veces de una manera muy enérgica los efectos de su percusion cuando posee un movimiento un poco rápido. Todo el mundo oye hablar de los desastrosos efectos que produce el viento en algunas circunstancias: algunas veces vemos nosotros mismos ejemplos asombrosos de ellos. Vemos truncados los mas gruesos árboles, y arrancados de raiz, caidas las paredes, maltratadas nuestras casas, y sin embargo no conocemos estos vientos impetuosos que en algu-

nas islas del mar del Sur, quiebran, arruinan y destruyen cuanto se halla en su direccion.

La impulsion de los vientos produce en la superficie de los mares esa violenta agitacion que derrama el terror entre los mas intrépidos navegantes, y de que son víctimas tantas familias.

Por fortuna no siempre están animados los vientos de esta velocidad que les hace producir tantos estragos; en este caso experimentamos su influencia sobre la salubridad de los paises en donde reinan periódicamente, y empleamos su fuerza impulsiva en diversos usos. Todo el mundo sabe que la fuerza impulsiva de los vientos es la que nos conduce por medio de la vasta extension de los mares. La fuerza del viento se ha empleado, como se sabe, para comunicar el movimiento á diversas máquinas. Todo el mundo conoce los *Molinos de viento* usados en muchos lugares para moler los granos,

y que se adapta á otros usos como para mover bombas, pilones &c. La teoría de la construccion de estas máquinas, es muy complicada: los Molinos de viento se construyen ordinariamente de modo que puedan dar vueltas sobre un quicio ó eje, y presentar por este medio el ala al viento cualquiera que sea su direccion. En los pequeños molinos que se emplean para elevar el agua está de tal modo construido el aparato, que el mismo viento le hace tomar sobre su eje y le dirige á la posicion conveniente.

El aire opone una resistencia á los cuerpos que se mueven en él: esta resistencia es la que impide que un paracaidas de un globo aëreostático desprendido de éste y abierto, baje despacio á la tierra venciendo por el peso adicto á él la columna de aire que se opone á su descenso: la resistencia del aire disminuye la velocidad con que caería á la tierra la nieve, la lluvia, el

granizo, y es la que hace que estos cuerpos nos hieran con mucha menos fuerza que la que nos herirían si cayesen en el vacío ó en un fluido mas raro.

ACUSTICA.

Del Sonido.

¿Qué es el Sonido?

Un movimiento de vibracion impreso á un cuerpo sonoro y comunicado ó transmitido por el aire á una membrana que se llama *tímpano.*

Produccion del Sonido (1). El aire y todos los fluidos aëriformes son susceptibles de entrar en vibracion y de producir en este caso sonidos mas ó menos agudos. El aire se pone en vibracion por un golpe, por una explosion, cuando pasa con velocidad cerca de un cuerpo ó por una hendidura estrecha. En todos los casos se ob-

(1) Beudant en su obra citada pág. 359.

tiene ruido ó silvidos. Si el aire al pasar por una rendija estrecha fuerza á un cuerpo delgado á vibrar con él, el sonido que se obtiene se hace mas desagradable; esto es lo que sucede cuando teniendo una carta ó naipe entre los dedos pasa por los dos lados la corriente de aire que se produce soplando. El aire puesto en vibracion es el que produce los sonidos en los instrumentos de viento y en el órgano vocal del hombre y de los animales.

Cuando simplemente se sopla en un tubo, no hay sonido, porque entonces solo se hace un movimiento progresivo de aire. Para que se produzca un sonido, es necesario forzar al aire en un punto del tubo, por un medio cualquiera, á que haga vibraciones rápidas análogas á las que se hacen en los cuerpos sólidos que en seguida se propagan en toda la longitud de la columna. Para que pueda el aire entrar en vibracion, es preciso que

pase por entre dos láminas delgadas rígidas, susceptibles de vibrar, como el estrangul ó pipa en el clarinete y el bajon; ó que se quiebre contra un corte en declive como en el silvato, ó bien que los labios, cerrándose mas ó menos, le pongan en vibracion como se hace en la trompeta y en el cuerno de cacería.

Los instrumentos de viento dan sonidos diferentes segun los diferentes grados de calor que aumentan ó disminuyen la elasticidad del aire. En consecuencia un instrumento de aire y otro de cuerda pueden permanecer mucho tiempo acordes, porque las variaciones de temperatura influyen sobre ellos en sentido contrario

¿Gasta mucho tiempo el sonido en transmitirse de un lugar á otro?

La velocidad con que se transmite está graduada en 173 toesas y segun otros 413 varas por segundo de tiempo, y la experiencia ha acredita-

do que esta velocidad es uniforme y que la direccion del viento y la fuerza del sonido en nada la varían.

Por esta regla podemos calcular con bastante precision la distancia á que se halla de nosotros una nube de tempestad, pues graduando cada segundo de tiempo por una pulsacion, si en el acto que vemos el relampago contamos las pulsaciones hasta que oimos el trueno (pues este y el relampago son á un tiempo) y despues multiplicamos estas pulsaciones por 173 toesas ó 413 varas, tendremos muy aproximadamente, ya que no sea exacta, la distancia á que se halla la nube de nosotros por el tiempo que ha tardado en propagarse el ruido.

¿En qué se diferencia el ruido *del* sonido?

"En que el sonido, dice Vallejo, es susceptible de *armonía y valor musical ó tiempo*, y el *ruido* carece de ambas cualidades. El *sonido* le produ-

cen las campanas, una cuerda mas ó menos extendida, un tubo &c. El *ruido*, un cañon ó arma de fuego, cualquier choque de las armas blancas, un peso que cae &c. De modo que cuando las obscilaciones ó vibraciones son tan rápidas que no producen sensaciones distintas en el oido, entonces solo producen *ruido*.

La música solo trata del verdadero sonido que es susceptible de entonacion y medida; y hay que considerar en ella lo que se llama *melodía* y *armonía*: la melodía es la sucesion de varios sonidos unos despues de otros; y armonía es la verificacion de dos ó tres ó mas sonidos á un mismo tiempo.

El aire es el vehículo ordinario del sonido. Un cuerpo vibrante comunica sus vibraciones al aire que le rodea. Por el intermedio del aire llegan ordinariamente á nosotros los sonidos: y la experiencia prueba que si se ha-

llase un espacio vacío entre el cuerpo sonoro y nosotros, nada oiriamos: por lo tanto, pues, no basta que el sonido sea excitado por las vibraciones rápidas de los cuerpos elásticos, sino que para que se transmita es preciso que haya aire, pues en la máquina neumática no se perciben los sonidos aunque haya sacudimiento y por consiguiente vibraciones en los cuerpos; por cuyo motivo se dice que el aire es el *vehículo del sonido* (1).

Del sonido reflecto ó el eco.

¿Qué es el Eco?

Cuando el sonido encuentra un obstáculo, tal como una casa, una pared, una roca &c., el aire, que es perfectamente elástico, refleja el sonido y parece producir otro semejante

(1) Vallejo, *Compendio de Matemáticas puras y mixtas* tom. 2 artículo *Acústica* pág. 300.

que se llama *Eco* que varia de direccion segun la disposicion del obstáculo; de forma que algunas veces la persona que habla no oye el eco, y otras se oye éste y no á la persona. Si encuentra muchos obstáculos á diferentes distancias, entonces cada obstáculo produce un eco; y asi es que hay unos ecos que repiten lo que se ha dicho tres, cuatro y aun mas veces (Fig. 19, lám. 1.)

Explicadme en qué casos hay un eco ó una resonancia.

Se puede fácilmente observar que casi no es posible distinguir los sonidos á menos que no se pase $\frac{1}{10}$ de segundo de uno á otro; de donde se sigue que para que haya un eco, es necesario que el sonido reflectido no llegue á la oreja sino despues de $\frac{1}{10}$ de segundo cuando mas pronto; es decir, que la distancia de ida y vuelta debe ser cuando menos de 33 metros 8 (100 pies), lo que pone á la superficie re-

flejante á 16 ^{m} y 9 (48 pies poco mas) del lugar en donde es producido el sonido. Siempre que se halle mas cerca, los sones directos y los reflectos se confundirán en parte y solo habrá una *resonancia.*

Estas se dejan oir en los lugares cerrados poco espaciosos: muchas veces son incómodas para las personas que escuchan á un orador, pero pueden ser favorables al orador mismo sosteniendo su voz y dándola mas realce. Yo he notado que en una sala resonante se fatiga uno menos hablando, que al aire libre ó en una sala en que se ahogue la voz ya por la tapicería ó ya de otro modo. Las resonancias son muy ventajosas en los lugares donde se ha de hacer música.

No siempre son las resonancias el resultado de la reflexion del sonido; muchas veces se deben á la vibracion de las paredes contra las cuales viene á apoyarse la onda sonora. Esto es lo

que sucede por ejemplo cuando se habla en un sombrero; si se aplica la mano sobre la copa, se sentiran las vibraciones de un modo muy enérgico.

¿Decidme cómo se forman los ecos monosílabos y polisílabos?

Todo el mundo puede observar que casi no es posible pronunciar mas de diez sílabas por segundo; es decir que de una sílaba á otra pasa $\frac{1}{10}$ de segundo. Por esta observacion se conocerá facilmente cómo puede ser el eco monosílabo ó polisílabo. Si el observador se halla á 16 metros de la superficie reflejante, no oirá mas que la última sílaba de la palabra que haya pronunciadò, porque cada sílaba reflejada se confundirá con la siguiente pronunciada. Si la superficie que refleja se halla á dos veces 16 metros, ó lo que es lo mismo á 32 metros de distancia, serán repetidas distintamente las dos últimas sílabas: en general ha-

brá tantas sílabas repetidas cuantas veces haya 16 metros, 9 entre la superficie que refleja y el punto en que se produce el sonido.

¿Dadme algunos ejemplos de ecos notables?

A cada paso se hallan ecos : sobre todo son mas frecuentes en los bosques, en países montañosos &c. Se citan ecos extremamente notables en diversas partes de Europa; pero en las que han sido visitadas por hombres no entusiastas se ha hallado que habia mucha exageracion en su descripcion ; con todo eso se hallan ecos que repiten cierto número de sílabas; se cita uno de estos en el parque de Woodstock, en Inglaterra, que repite diez y siete sílabas por el dia y veinte por la noche. (Esta diferencia puede depender de que siendo el aire mas frio durante la noche, tiene menos elasticidad y que entonces es menor la velocidad del sonido).

Hay ecos que repiten muchas veces el mismo sonido; tal es el que se cita en el castillo de Simonetta en Italia que repetia el sonido hasta cuarenta veces. Era producido por dos muros paralelos, en uno de los cuales habia una ventana desde donde oia el eco el que hablaba. Tambien se cita en Verdum un eco análogo al anterior producido por dos torres apartadas una de otra cerca de 50 metros. Situándose entre estas dos torres y pronunciando una palabra con una voz fuerte, se oye repetirse el sonido una docena de veces. De Genetay cerca de Ruan, en Francia, se cita otro eco, donde es repetida la voz muchas veces y de diferentes modos. En fin se hallan ecos que repiten la voz con ruido, otros que le repiten con una risa burlona, otros que le dan un acento lastimero &c. Todo esto se debe á circunstancias locales que es muy dificil asignar.

Hay tambien ecos de los cuales no

es fácil hallar la razon ó causa de ellos. Tal es por ejemplo el que ha observado el señor Biot en los acueductos de París en donde hablando á la extremidad de un tubo de 951 metros (mas de 2856 pies) se ha hallado repetida la voz hasta seis veces. Los intervalos de estos ecos eran iguales entre sí, y de cerca de un medio segundo: el último se oia despues de tres segundos; es decir, despues del tiempo necesario para correr la longitud de 951 metros. En las largas galerías de las minas se observan tambien ecos semejantes.

En la experiencia del señor Biot podria presumirse que los tubos de los acueductos no están exactamente en línea recta ó que quizá no tienen por todas partes la misma anchura. Del mismo modo puede presumirse en las galerías de las minas que las paredes de ellas no son paralelas.

¿Cómo se construyen las salas acústicas?

Cuando se trata de construir estas salas en las cuales puedan oirse igualmente los sonidos desde todos sus puntos, es preciso guiarse por las leyes de la propagacion y de la reflexion del sonido. Debe antes saberse si la sala se destina solamente á oir la voz de un orador, ó si lo es para hacer música. En el primer caso será necesario muchas veces evitar las resonancias; en el segundo, por el contrario, será preciso provocarlas, haciendo mas ó menos sonoras las paredes y para esto es muy útil cubrirlas de madera.

La mas mala de todas las formas posibles que pueden darse á una sala es la elíptica, porque la elipse tiene la propiedad de reflejar al segundo foco todo lo que es lanzado del primero, y lo mismo sucede con respecto á la reflexion del sonido; de suerte que en una sala semejante puesto el orador en un foco sea oido con fuerza ó perfectamente por una persona situada en

el otro; pero muy poco por las demas situadas en todas las otras partes. Puestas dos personas en los dos focos de una elipse podrian tener en voz baja una conversacion seguida sin ser oidas de las inmediatas.

La forma parabólica parece ser la que mas conviene darse á una sala acústica. El señor Chladni propone que se dé á una sala destinada á conciertos la forma de un cono ó de una pirámide. En este caso se situaría la orquesta en la parte superior, y el sonido se reflejaría de todas partes muy distintamente. Cita una iglesia en que la orquesta está oculta y situada de manera que no llegan los sonidos al auditorio sino despues de reflejarse por las paredes de la bóveda.

IDEAS GENERALES SOBRE LOS ORGANOS DEL OIDO Y DE LA VOZ.

Organos del oido.

Parece que la parte esencial para la percepcion del sonido es una pulpa gelatinosa en la cual vienen á abrirse las extremidades del nervio acústico; á lo menos esta es la parte mas constante en que se han descubierto los órganos del oido en diversos animales. Sin embargo hay un gran número en los cuales ni aun se ha hallado esta pulpa, y que no obstante dan pruebas nada equívocas de que oyen.

La pulpa gelatinosa está encerrada en diferentes sacos ó cavidades rodeadas de diversas partes á propósito para reforzar ó fortalecer el sonido, ó impedirle que mueva con demasiada fuerza las fibras acústicas.

El número y la disposicion de es-

tas partes, varían considerablemente en diversas especies de animales; su conjunto constituye la oreja.

Organos de la voz.

Los órganos de la voz solo se hallan en los mammiferos, las aves y los reptiles. No debe confundirse la voz con el ruido que producen ciertas especies de pescados ó insectos por la frotacion mútua de algunas partes de sus cuerpos.

La voz se forma del aire contenido en la cavidad del pecho. Este aire arrojándose fuera por los musculos de la expiracion, llega al nudo (que llaman vulgarmente la Nuez) de la garganta, y pasa por entre dos membranas extendidas: allí es donde se forman los sonidos que en seguida se modifican en las cavidades de la boca y de las narices. De la movilidad de la lengua y de los labios, depende la articulacion de las palabras. Esta extrema

movilidad solo se halla en el hombre.

En éste hace la concavidad de las narices mas que la boca para el adorno de la voz, que se hace sorda y desagradable en las reumas del celebro ó cuando nos tapamos las narices. Por un error popular se llama á esto hablar con las narices, y precisamente porque no se habla con ellas es por lo que es desagradable la voz.

Los órganos de la voz son mas complicados en las aves que en los mamíferos, las láminas vibratorias están casi en el pecho. El garguero (hablando en términos vulgares) puede alargarse ó acortarse y cerrarse mas ó menos su extremidad superior; de suerte que hace verdaderamente el oficio de un instrumento de viento del género de la trompeta ó el cuerno de caza.

VENTRILOCUOS.

Hace muchos años que se habla de

los ventrilocuos: se ven algunos de ellos que producen ilusiones sumamente notables, lo que ha dado motivo á que se refieran sobre este particular los cuentos mas absurdos; y aun el nombre mismo de *ventrilocuo* es un absurdo, pues que es imposible que la voz pueda en ningun caso salir del vientre, y si esto sucediese, no produciría todos los efectos maravillosos que se advierten. La mayor parte de los ventrilocuos son personas cuya garganta es muy movible ya por conformacion natural, ó ya porque desde niños se han acostumbrado á imitar las diferentes modificaciones de los sonidos que oyen, y por consecuencia, á imitar el de una voz que sale de una cueva, de un matorral &c.

Se hallan respecto á esta materia muchos pormenores muy interesantes en una exposicion de los Señores Hallé, Pinel y Percy sobre una Memoria presentada á la Academia por Mon-

tegre. Estos sabios hacen notar que la mayor ó menor capacidad del pecho, las diversas resonancias que se verifican en su interior y que se sienten muy bien cuando se aplica la mano sobre el pecho cuando se habla, contribuyen á dar á la voz unas cualidades particulares. Segun esto para que un hombre ordinario pueda extinguir ó amortiguar su voz, modificarla de un modo capaz á hacerla tomar la apariencia de una voz distante, es necesario que contraiga y estreche su pecho. Citan respecto á esto el parecer del doctor Lauth, que distingue dos especies de ventrilocuos; en los unos, la voz artificial en la garganta, y simula especialmente la que vendría de los diferentes puntos de un cuarto: en los otros, la voz parece venir de lo interior del cuerpo y particularmente del centro del pecho, del vientre &c. El artificio de los primeros les fatiga poco; pero el de los segundos, que pa-

rece preparado por una larga y fuerte inspiracion, es muy penoso. Los ventrilocuos de esta última especie son los que realmente merecen el nombre que se les dá. De este género eran necesariamente los Pitonisas.

DEL AGUA.

¿Qué es el Agua?

Una sustancia conocida hasta hace poco tiempo bajo el nombre de *elemento* por suponérsela indescomponible ó de una sola materia; pero en el dia, segun las observaciones hechas por los mejores físicos y químicos modernos, se sabe que 100 partes de agua se componen (peso) de 87 de oxígeno y 13 de hidrógeno; ó bien (volúmen) *de una parte* de gas oxígeno, y dos partes de gas hidrógeno.

"Esta composicion del agua (dice el autor de las Lecciones elementales de Química páginas 183 y siguientes)

y la inflamacion del Gas hidrógeno, explicarán por qué en un incendio el primer chorro de agua de la bomba, léjos de apagar el fuego, le reanima y le da fuerza en lugar de disminuir su intensidad.

»Se ve igualmente por qué el forjador echando un poco de agua en el fogon reanima la combustion léjos de apagarla.

»Para que el agua pueda apagar el fuego es necesario que impida la combustion, es decir, que ésta se coloque, que se interponga entre el oxígeno y el cuerpo combustible.

»Cuando el fuego es bastante violento para volatilizar y descomponer el agua antes que ésta produzca el efecto deseado, el hidrógeno que es muy combustible, y el oxígeno que entra en esta combustion como principio necesario, aumentan, aceleran y alimentan el incendio: si los bomberos se detuviesen al primer golpe de bomba,

producirian un efecto contrario á aquel á que se dirigian; mas el segundo, el tercer golpe y los siguientes acumulan el agua con demasiada prontitud para permitir al fuego el descomponerla con la necesaria rapidéz; el oxígeno del aire no hallando ya paso para favorecer la combustion del cuerpo incendiado, el fuego se apaga.

»No se puede dudar que el agua se compone y se descompone en una multitud de operaciones que la naturaleza y el arte nos presentan diariamente; y este grande descubrimiento explica una cantidad de fenómenos cuyas causas se ignoraban antes.

»Pocos cuerpos tienen ni tantos ni tan importantes usos como el agua. En estado de hielo sirve de refresco; en vapor es una fuerza motriz preciosa (como veremos despues) en las bombas de fuego; y en estado líquido es un alimento indispensable para los animales y vejetales, una fuerza preciosa

en el movimiento de muchas máquinas, y un disolvente sin el que no podria trabajar el Químico"

"El agua considerada físicamente se presenta en inmensas masas sobre nuestro Globo. La contenida en la vasta extension de los mares bastaría para cubrir la superficie de la tierra de una capa de mas de cien pies"

¿No se nos ofrece el agua bajo muchos estados diferentes?

Sí: frecuentemente se nos presenta 1.° en estado *líquido*: 2.° en el de *vapor* ó *gas*: y 3.° en el de *sólido* ó *hielo*; pero el estado líquido es el ordinario.

El agua, ó sus partes constituyentes, entran en un gran número de producciones de la naturaleza: sin ella no habría vejetacion alguna: es la bebida de los hombres y de los animales, y esencial á las comodidades de la vida. Este fluido nos es tan necesario como el aire, pues aunque no necesita-

mos del agua en todos los instantes, como nos sucede con aquel, nos seria imposible subsistir largo tiempo sin ella.

Nuestra atmósfera la contiene en estado de gas cuando está cargada de vapores humedos (1): de la cantidad mayor ó menor de calórico con que está combinada depende el estado en que se presenta.

Cuando se forma el *hielo* hay desprendimiento de calor y por consiguiente calor producido: lo contrario suce-

(1) El agua del mar, de los lagos y de los rios, se evapora expontáneamente en la atmósfera en donde la accion reunida del aire y del calor le hace sufrir una especie de destilacion. Elevada y transportada así bajo la forma de nubes á todas las regiones de la tierra, se precipita en lluvia, en nieve y en hielo, se filtra por medio de las tierras, se reune en cavidades subterráneas, de donde sale para formar los manantiales, los lagos y los rios, como veremos bien pronto. Por medio de esta circulacion es como el autor de la naturaleza ha provisto á una de las necesidades mas esenciales de sus criaturas. (*Lecciones elementales de Química* pág. 185.)

de cuando el agua pasa al estado líquido.

La propiedad disolvente del agua, ó mas bien la grande atraccion que tiene con los cuerpos hácia los que la arrastra su natural corriente, la hace se cargue siempre de sustancias extrañas.

¿Cuáles son las propiedades del agua en el estado líquido?

El agua pura en este estado es insípida, visible, transparente, sin color, sin olor, casi totalmsnte incompresible y muy poco elástica; penetra un gran número de cuerpos, disuelve muchos, y es, como se ha dicho, necesaria á la vejetacion y á nuestra propia existencia.

¿Cómo se nos suministra el agua?

De dos modos: 1.° de la atmósfera por las lluvias, las nieves, los granizos &c. Y 2.° del seno de la tierra por los manantiales ó fuentes, que forman las riveras y los rios, y se diri-

gen en seguida al mar.

¿Explicadme cómo se forman los manantiales ó fuentes? (1)

El agua de las lluvias penetra la tierra y se cuela por entre las arenas y cascajo de las montañas donde encuentra unas grutas ó cavidades subterráneas cabadas naturalmente en unas rocas impenetrables al agua, ó cubiertas de una capa de arcilla ó greda, que la retiene. Esta agua se recoge en estas cavernas y forma debajo de la tierra unos receptáculos ó algives considerables: luego que se halla alguna salida ó parage que el agua pueda penetrar, rompe por allí y arrastra tras sí poco á poco lo que incomodaba su paso, y se hace una abertura por donde sale en clase de manantial ó fuente.

(1) No deben confundirse estas dos voces ó hacerlas sinóminas, pues el manantial es la corriente misma del agua, y la fuente el depósito que la contiene y que por lo comun se revierte formando un arroyo, y á veces un torrente considerable.

¿Se agotan estas fuentes *ó* manantiales?

Hay algunos que durante una larga sequedad dan menos agua, ó se agotan enteramente; mas se ven muchos sobre los cuales parece no obra la sequedad; lo que proviene de que el receptáculo del que corren dichas fuentes es capaz de contener bastante agua para suministrar durante el tiempo de la sequedad sin recibir otra nueva.

¿Qué sucede cuando el agua pasa del estado líquido *al de* vapor?

Que aumenta mucho de volumen y viene á ser un fluido muy elástico que el calor dilata mucho y al cual hace ocupar un espacio de 12 á 1400 veces mayor que el que ocupaba en el estado líquido. Si el agua es retenida por obtáculos, hace grandes esfuerzos para vencerlos, y por esta propiedad es por lo que se han construido las *Bombas* llamadas de *fuego*; donde el vapor levanta un peso de mas de cua-

renta y tres mil libras. =Tambien se aplica la fuerza elástica del vapor para procurarse el movimiento de diversas máquinas, que generalmente se las llama *máquinas de vapor*, y últimamente se ha hecho extensiva esta aplicacion á los barcos, y aun hasta una imprenta movida por el vapor se halla en Inglaterra; segun no hace mucho tiempo lo anunciaron los papeles públicos; experimentándose en todas estas máquinas prodigiosos efectos de ahorro de fuerzas y de brazos. También se han aplicado á los coches y carruages en Inglaterra, en donde, segun Beudant, (1) desde entonces andan sin caballos y pueden transportar cargas considerables; ó mas bien arrastrar tras sí un número mayor ó me-

(1) *Essai d' un cours elementaire et general des sciences physiques*: 2.e edition 1821, pág. 420; donde puede ver el Lector extensamente la descripcion de estas máquinas, y demás perteneciente á esta materia.

nor de carros ordinarios cargados de mercaderías ó de diversos objetos. En fin, sin entrar en mayores pormenores, una vez adquirida la fuerza, y por un aparato muy poco voluminoso, es claro que puede emplearse en cualquier uso que sea.

¿Qué sucede en la mudanza ó sea paso del agua del estado líquido *al de* hielo ó sólido?

Que se enfría: sus partes se adhieren ó unen fuertemente las unas á las otras y forman un cuerpo sólido. En esta mudanza el agua aumenta un poco de volumen, y por esto sucede que cuando está helada ó congelada totalmente, quiebra los vasos que la contienen.

METEOROLOGIA.

DE LOS METÉOROS AQUOSOS.

¿Qué es lo que llamamos un Metéoro?

Se designan con este nombre los fenómenos producidos en la atmósfera por las exhalaciones que incesantemente se elevan de la tierra. Los meteóros se dividen en *acuosos*, *luminosos*, é *igneos* (1).

¿Cuántos y cuales son los acuosos?

Hay nueve: y son todos aquellos que produce el agua que se halla en la atmósfera, ya en vapores y ya en disolucion: tales son el *Sereno* ó *relente*, el *Rocío*, el *Rocío congelado*, la *Niebla*, la *Escarcha*, las *Nubes*, la *Lluvia*, la *Nieve* y el *Granizo*. Todos los cuales se componen de una misma materia (el agua) diferentemente modificada, y proceden de unas mismas causas.

¿Qué es el Sereno *ó* relente?

Una especie de humedad que sentimos muchas veces sobre los vestidos

(1) Los Metéoros luminosos se explicarán cuando se trate de la *luz*, y los *igneos* producidos todos, ó casi todos, por la *electricidad*, se explicarán al tratar de ésta.

cuando paseamos por la noche.

¿De qué procede el Sereno?

El Sol calienta el aire y la tierra durante el dia; mas despues de puesto, el aire se enfria mas prontamente que la tierra: entonces el calor sale de ésta para derramarse igualmente en el aire, y arrastra tras sí partículas acuosas que encontrando nuestros vestidos producen en ellos la humedad que advertimos y llamamos Sereno ó relente.

¿Qué es el Rocío?

Unas gotitas de agua que se encuentran sobre las yerbas y las plantas por la mañana al salir el sol. Hay dos especies de rocío, uno que viene del aire y otro que sale de las plantas.

¿Cómo se forman estas dos clases de rocío?

Las partículas acuosas del *sereno* se elevan durante la noche: mas al salir el sol, el aire dilatado por el calor no puede sostenerlas y las deja caer en gotitas que es el rocío caido. El

otro rocío es formado por una transpiracion de las plantas mismas, sobre las cuales se amontona algunas veces en bastante cantidad: para convencerse de esta verdad se puede por la tarde ó por la noche cubrir con una campana una planta cualquiera, por ejemplo una col ó berza: el dia siguiente por la mañana se encontrará la col debajo de la campana cubierta de gotitas como las que no hayan estado cubiertas; y la campana habrá recibido tambien por fuera el rocío que cae.

¿Cómo se forma el Rocío congelado?

Cuando las noches son largas y frias; el aire y la tierra tienen tiempo de enfriarse bastante para dar lugar á helarse al rocío: los pequeños carambanos ó pedacitos de hielo que se forman son muy menudos y están muy cerca los unos de los otros, lo que les hace parecer blancos y forman el Rocío congelado.

¿De qué provienen las Nieblas?

Provienen de que, por ciertas disposiciones de la atmósfera y por un concurso de circunstancias bastante difíciles de determinar, se eleva una gran cantidad de partículas acuosas que no están mas que imperfectamente disueltas en el aire, ó que han tomado la forma de vapores groseros que se extienden uniformemente en la parte baja de la atmósfera: entonces estas partículas turban la transparencia del aire y forman lo que se llama *niebla*. Los lugares bajos y humedos, tales como los parages pantanosos, lagunas, rios &c., pudiendo suministrar una mayor cantidad de estas partículas acuosas, están por consiguiente mas sujetos á las nieblas que los lugares secos y elevados.

¿Qué es la Escarcha?

Es esa gran cantidad de pequeñitos pedazos de hielo que se ven en el invierno en las ramas y hojas de los ár-

boles, en los tejados, en los cabellos, y en los vestidos de los caminantes. Se forma por las nieblas que en el invierno son mas frecuentes que en las estaciones cálidas y que se sitúan y hielan sobre los cuerpos que se hallan expuestos á ella. Ó en otros términos: la escarcha se forma del mismo modo que el sereno y el rocío; pero hallando al elevarse las partículas de agua un frio mayor se congelan, y en vez de caer en gotitas de agua, como sucede al rocío, caen en pedacitos de hielo en extremo delicados que ofrecen esa capa blanca sobre la tierra que llamamos *escarcha*, y se asemeja por su cantidad varias veces á la nieve hasta que el calor del sol en el cuerpo del dia la derrite. Cuanto mayor es el frio, tanto mas partículas de agua se congelan y es mayor la escarcha.

¿Cómo se forman las Nubes?

Se forman por las nieblas, es decir, por los vapores que se han le-

vantado hasta la atmósfera desde la superficie de la tierra, los que se acercan y se condensan poco á poco por la impulsion de los vientos. Las nubes flotan á diferentes alturas en el aire con el que están en equilibrio. Como el aire es tanto mas ligero cuanto está mas léjos de la superficie de la tierra, no pueden sostenerse en él á una cierta altura sino las nubes ligeras. Las nubes gruesas que están proximas á deshacerse en lluvia están ordinariamente muy bajas.

¿Cómo se forma la Lluvia?

Engrosándose las nubes que los vientos ó la dilatacion del aire fuerzan á reunirse en gotas, y viniendo á ser entonces muy pesadas para poderse sostener en el aire, caen en lluvia mas ó menos gruesa; porque si la condensacion de las nubes se hace prontamente en una region poco elevada de la atmósfera donde el aire está mas en estado de sostenerlas, las gotas to-

man mas grosura, adquieren por consiguiente mas peso y velocidad y forman las grandes lluvias. Si al contrario esta condensacion de las nubes se hace lentamente, y que las partículas acuosas se reunen por una débil dilatacion del aire, entonces las gotas son muy pequeñas y en gran número, caen lentamente, y forman una lluvia extremamente fina que se llama *llovizna* ó *lloviznear*.

¿Qué es la Nieve?

Un conjunto de pequeños pedacitos ó carambanos de hielo extremamente finos formados por una congelacion de nubes ó vapores hecha al momento de su condensacion y antes que las partículas acuosas hayan podido reunirse en gotas. Estos pequeños carambanos se reunen en gran número, y dejando entre sí muchos espacios vacíos, solo forman unos copos muy ligeros, que reflectando la luz por todas partes parecen de un hermoso blanco.

¿Cómo se forma el Granizo?

Se forma de las gotas de lluvia que pasando por las regiones frias de la atmósfera se hielan al caer. Así pues no debería ser nunca mas grueso que las gotas de lluvia; pero si el aire es bastante frio para helar las partículas de agua que encuentra al paso, ó si se reunen muchas de éstas; adquieren la grosura y se forman los granos que algunas veces son tan gordos como una nuez ó un huevo y aun mucho mas, y los conocemos con el nombre de *piedra*. Por esto es por lo que el granizo ó piedra causa siempre mucho daño asolando nuestras mieses y viñas, lo que no sucede con la lluvia, cuyas gotas en vez de reunirse al caer, son al contrario divididas por la resistencia del aire.

¿Hay algun instrumento que dé á conocer las variaciones de temperatura, es decir la humedad ó proximidad de la lluvia?

Sí: el *Higrometro.* Los hay de varios clases y representan varias figuras: unos v. gr. representan un capuchino (que es regularmente el que agrada mas en general) que cuando quiere llover y principia á mudarse ó humedecerse el tiempo, la capucha, que la tiene caida sobre la espalda, principia tambien á levantarse insensiblemente hasta que tapa enteramente la cabeza y cara del capuchino y en este caso llueve inmediatamente: otros representan este mismo fraile ú otra cualquiera figura señalando á una columna en que estan señaladas estas tres palabras: *lluvia*, que está en la parte inferior: *vario ó variable* enmedio, *y buen tiempo* en la parte superior de la columna. Cuando el tiempo está seco, la figura tiene el brazo levantado señalando al *buen tiempo*: cuando éste está en un temple que ni bien es seco ni bien humedo, la figura señala al medio de la columna en que está el letrero de *tiempo vario ó*

variable; y últimamente cuando se humedece la atmósfera preparándose para llover, el brazo de la figura se baja enteramente señalando á la extremidad inferior de dicha columna donde está escrita la palabra *lluvia*. Otras figuras, en fin, representan un hombre tocando el violin con el arco puesto en el buen tiempo y caido el brazo, ó lo que es lo mismo en ademan de no tocar cuando el tiempo está humedo ó llueve.

¿Cuál es el mecanísmo ó la construccion de estos higrometros tan raros y singulares?

Es la mas sencilla que se puede desear, pues que consiste en una cuerda de violin encerrada dentro de un cañoncito de hoja de lata ó estaño, fijo, por detras, en la cabeza de la figura, si esta representa al capuchino, la que traspasa la cuerda, cuya otra extremidad está pegada á la capucha movible. Cuando el tiempo está seco retorciéndose la cuerda hácia el lado don-

de debe caer la capucha, hace caer á ésta sobre los hombros del capuchino, y cuando el tiempo se pone humedo, destorciéndose y aflojándose la cuerda levanta la capucha y cubre la cabeza de él. El cañoncito de que hemos hablado está agujereado para que por estos agujeros pueda comunicarse la humedad ó la sequedad á la cuerda que encierra. El mecanismo de las otras figuras tambien referidas es poco mas ó menos el mismo, pues que tambien se funda en la cuerda situada en el cañoncito puesto en el brazo de la figura, que es el que se ha de levantar ó bajar. En tiempo seco se tuerce y encoge la cuerda como hemos dicho y de consiguiente la figura levanta el brazo á la extremidad de la columna donde está señalado el *buen tiempo*, ó al violin situado casi paralelo á la cabeza de la figura; y en la humedad como se destuerce la cuerda, se alarga y deja caer el brazo al medio ó á

la extremidad inferior de la columna donde señala la *lluvia.* Debe tenerse presente al construir la figura y poner la cuerda que ésta tuerza ó destuerza hácia el lado que se quiere producir el efecto, pues si éste debe verificarse hácia abajo y la cuerda tuerce ó destuerce en sentido contrario, será tambien contrario el efecto que se desea, es decir que la figura se echará la capucha ó bajará ó subirá el brazo al revés de lo que se quiere. He puesto esta explicacion, tanto porque muchas personas ignorantes del sencillo mecanismo de estos higrometros, se admiran y creen que su construccion tiene algo de maravilla, cuanto para que si alguna quiere tener la curiosidad de hacer uno de estos higrometros pueda verificarlo por sí misma. Hay otra infinidad de higrometros de diversas clases entre ellos el mejor y mas acreditado el de Sausure que por no ser mas largo no describo, pero que

el Lector puede ver en cualquiera obra moderna de Física.

¿Hay algunas otras cosas que indiquen la variacion del tiempo ó anuncien la proximidad de la lluvia?

Sí: hay muchísimas señales por las que lo podemos conocer; y como ésto sea sumamente curioso saberse y muy útil para la agricultura, aunque realmente no pertenezca á la Física, os daré algunas de las muchas que nuestro célebre agricultor Herrera trae en su obra, y el señor Espinosa recopila en su *Cartilla agraria*, que son las siguientes.

Señales de lluvia. = "Cuando se despega el hollin de las chimeneas y y cae en copos. = Cuando el que está pegado á las ollas aparece encendido en distintos parages. = Cuando la mecha de la luz, es decir la torcida, forma clavo ó chispea. = Cuando la sal se pone humeda. = Cuando el mármol, cristal ó hierro parece que tra-

suda. = Cuandó la tierra está seca y las piedras humedas. = Cuando las arañas se comen y destruyen sus telas. = Cuando los gatos lavándose la cara echan la mano por detrás de la oreja. = Cuando los asnos se las sacuden y están agitados. = Cuando los cerdos están mas impetuosos y gruñendo mas fuerte que lo ordinario. = Cuando las vacas berreando y oliendo el aire ensanchan mucho las narices. = Cuando los pájaros vuelan muy léjos. = Cuando las gallinas y palomas entran tarde en el gallinero ó palomar. = Cuando las narices pican extraordinariamente. = Cuando la luna está rodeada de un círculo (vulgarmente llamado cerco). = Cuando el sol aparece picante. = Cuando el cielo está listado en noche calorosa. = Cuando el cielo aparece aborregado, es decir que las nubes son muchas y pequeñas como vellones de lana y están muy juntas. = Cuando las nubes se vuelven oscuras y negras y se amon-

tonan. = Cuando al viento de mediodia le sucede otro de poniente. = Cuando suenan las campanas mas de lo regular. = Cuando una niebla baja sube muy poco á poco. = Cuando el rocío es mucho ó ninguno. = Cuando las maderas se hinchan y dan chasquidos, y las puertas se cierran con dificultad.

¿Decidme? cuáles son las señales de que se dispone el tiempo para tempestad?

Cuando á las abejas se las vé venir en bandadas y meterse con la mayor precipitacion en las colmenas. = Cuando unas moscas distintas de las comunes bajan de las regiones elevadas y nos pican importunamente: lo mismo sucede con las comunes. = Cuando estando el sol cubierto de algunas nubes, al salir de ellas es picante que parece que quema. = Cuando las golondrinas vuelan rozando con el pecho al agua y la sacuden con la punta de las alas. = Cuando los gorriones reu-

nidos en gran número gorgean con viveza. = Cuando las aves acuatiles se sumergen profundamente en los pantanos y enmedio de los cañaverales. = Cuando los gatos corren con furia y revuelven cuanto tienen delante. = Cuando los perros se revuelcan en tierra y escarban con las manos. = Cuando los olores se perciben mas fuertes que lo regular. = El ruido sordo de los bosques ó el murmullo del mar. = Cuando las nubes corren con rapidéz. = Cuando las lombrices ó gusanos de la tierra salen de ella y corren por la superficie (tambien lo es de agua). = Cuando las ranas cantan mas de lo regular y los sapos salen de sus hoyos en mayor número de lo que acostumbran haciendo sentir mucho su parlería (tambien lo es de agua). = Cuando los topos escarban mas tierra que de ordinario (tambien lo es de agua).

Estas señales indican que el tiempo se va disponiendo para la tempes-

tad que podrá tardar dos, tres ó cuatro dias; pero las siguientes anuncian la proximidad de ella.

1.ª Cuando las hormigas transportan sus ninfas, á que llamamos huevos. = 2.ª Cuando las ocas y ánades gritan y zambullen con frecuencia, y levantándose luego sobre el agua baten las alas. = 3.ª Cuando los ratones corren de una parte á otra chillando. = 4.ª Cuando los cerdos corren con ímpetu y gruñendo á meterse en sus pocilgas. = 5.ª Cuando se oyen los bramidos inquietos de los bueyes y vacas, y se les vé venir olfateando el aire; en este caso no tardan en resonar los truenos (1).

Otras infinitas señales podria seguir insertándoos de *Serenidad*, de *Vientos*, de *Hielo*, de *Granizo* &c. &c.;

(1) Cartilla Agraria, ó sea la práctica de la Agricultura y de la Ganadería segun los autores mas clásicos de estos tiempos, dispuesta por el Coronel don José Espinosa, pág. 39.

pero no es mi intento ser difuso en esta obrita, y únicamente lo he hecho de las expresadas por satisfacer algun tanto vuestra curiosidad y la de muchos amigos de adivinar y pronosticar el tiempo que ha de hacer; y ademas porque tratándose de la meteorología, ó lo que es lo mismo de los fenómenos que diariamente nos ofrece la atmósfera, me ha parecido útil daros á conocer algunas reglas confirmadas por una larga experiencia para conocerlos y aun preveerlos con anticipacion, de lo que muchas veces se siguen considerables ventajas, particularmente á la Agricultura, como asímismo á las artes y á todo género de personas; y os ahorro el tener que recurrir á voluminosas y costosas obras de donde el infatigable Espinosa ha sacado las señales que dejo indicadas, que podreis consultar si vuestra curiosidad quiere quedar completamente satisfecha.

pero no es mi intento el dilatarme en es-
ta materia, y mucho menos en lo que toca á
las especulaciones; pero daré algun tan-
to por lo curioso de ella, y la de mucha
mayor utilidad y provecho en el
tiempo que ha de hacer y observa-
ciones tratándose de la materia,
ó lo que es lo mismo de los fenó-
menos que diariamente nos ofrece la na-
turaleza, me ha parecido útil darlos á
conocer algunas [illegible] confirmados por
una larga experiencia para cuando [illegible]
y aun para [illegible] con anticipacion [illegible]
lo que resultará en el algun [illegible]
do [illegible] ventajas particulares [illegible]
[illegible] como al contrario á [illegible]
tos y [illegible] de [illegible]
alternar el [illegible] que ocurrir [illegible]
[illegible] de [illegible]
[illegible]
[illegible] que [illegible], que [illegible]
[illegible] mi curiosidad [illegible]
[illegible]



FLUIDOS INCOERCIBLES.

DEL CALÓRICO.

Se ha dado este nombre, dice Beudant, á un fluido elástico imponderable eminentemente sútil que penetra todos los cuerpos con la mayor facilidad, y que se supone ser la causa de todos los fenómenos del *calor.*

Las fuentes del calórico son:

1.ª El sol que produce en general las diferencias de temperatura bajo los diversos paralelos.

2.ª La combustion.

3.ª Una multitud de otras operaciones químicas ó físicas.

El *calórico* no puede estar en equilibrio á menos que no se halle al mismo grado de densidad en toda la extension del espacio y en todos los cuer-

pos dispersos en él. Si cuando éste equilibrio existe en un sistema de cuerpos, sucede por un medio cualquiera que se halle acumulada una nueva cantidad de calórico en uno de ellos, el fluido superabundante se escapará decontado con mas ó menos velocidad, tanto bajo la forma de rayos, cuanto por el intermedio de los cuerpos en contacto.

El calórico que sale de un foco de calor bajo la forma de rayos (por lo que se llama *radiante*) tiene la propiedad de reflejarse en la superficie de los cuerpos bruñidos ó pulimentados, haciendo el ángulo de reflexion igual al de incidencia. Para convencerse de ello tómese por ejemplo un espejo plano; póngase delante de él, y bajo un ángulo agudo, un tubo de hierro en el cual se introducirán algunos carbones encendidos; determínese la direccion presumida del rayo reflejado, tomando el ángulo de reflexion igual al ángulo de incidencia y que en esta di-

reccion se ponga un termómetro: se verá al instrumento subir prontamente muchos grados mientras que otro termómetro semejante situado fuera de esta direccion permanecerá sensiblemente estacionario.

Cuando los rayos de calórico en vez de caer sobre una superficie bruñida caen sobre una que no lo está; es decir deslustrada, son absorvidos en muy gran parte. En general los cuerpos cuya superficie está pulida groseramente ó es de un color obscuro, se calientan mucho mas pronto que aquellos cuya superficie es blanca y brillante.

Se nota tambien que es mayor la facultad de emitir el calórico en un cuerpo cuya superficie es aspera ó deslustrada, que en otro de la misma naturaleza que la tenga bruñida; de suerte que en el primer caso el cuerpo se enfria mucho mas pronto que en el segundo.

Si se ponen sobre la superfice de

la nieve unos pedazos de tela blanca y otros de negra, se reconocerá que no se derretirá la nieve bajo la tela blanca porque reflecta los rayos del calórico, y que por el contrario se derretirá muy sensiblemente bajo la tela negra que los absorve. Los habitantes de las montañas en muchas partes de Europa, acostumbran á derramar tierras negras sobre la nieve para apresurar su fundicion y adelantar asi mucho el tiempo en que se puede labrar y sembrar los campos.

Los vestidos negros son calientes al sol y frios á la sombra. En el primer caso absorven el calórico y lo comunican al cuerpo; en el segundo roban á éste el calórico que exparraman al aire y cuerpos circunvecinos. Conviene, pues, vestirse de blanco para andar al sol en el estío; y otro tanto sería menester hacer para estar á la sombra en el invierno.

Cuando se construye una chime-

nea es necesario guarnecer lo interior de ella de loza blanca (como v. gr. los ladrillitos pintados y barnizados de Valencia) que reflejará el calórico al aposento, y no ennegrecerlo como hacen muchas veces nuestros albañiles. Si se quiere calentar un cuarto por medio de una estufa, será necesario conservar tanto cuanto se pueda su superficie negra y deslustrada.

La experiencia diaria nos enseña tambien que los rayos caloríficos solares se transmiten al través del vidrio lo mismo que los rayos luminosos; cosa que todo el mundo puede experimentar poniéndose detras de una vidriera que le dé el sol.

Cuando el calórico radiante producido por un cuerpo de una temperatura bastante elevada, cae sobre una sustancia diáfana en una direccion oblicua, penetra este cuerpo y se refracta en él mas ó menos segun su naturaleza. Esta refraccion no tiene lugar

sin embargo en un cuerpo sólido que atraviesa un líquido; porque el rayo calorífico hace el de refraccion mas pequeño que el ángulo de incidencia, lo que puede atribuirse á la atraccion que ejerce el cuerpo sobre el fluido. Si se presenta al sol un lente de vidrio, los rayos de calórico, como los de la luz, se refractarán y reunirán juntos en un punto que se llama *foco*; de modo que si se pone en este punto un cuerpo combustible, yesca por ejemplo, se inflamará prontamente: ésta es una experiencia que todo el mundo ha podido hacer.

La refraccion de los rayos caloríficos se manifiesta aun de otro modo muy notable en la experiencia por la cual se descompone la luz blanca en rayos de diversos colores por medio de un prisma triangular, dando unos resultados notables que fueron descubiertos por Herschell y confirmados por muchos físicos, y nos prueban que los

rayos caloríficos están sometidos á las mismas leyes que la luz; sucediendo lo mismo en la *polarizacion*, es decir, que el calórico se polariza como aquella.

Antes que pasemos adelante hablando sobre el calórico, sus propiedades y fenómenos que nos presenta, decidme ¿en qué se diferencia del fuego?

En que el *calórico* es, si me es permitido decirlo así, la causa, y el *fuego* es el efecto ó consecuencia de aquel; pues á lo que ordinariamente llamamos *fuego* no es otra cosa que un cuerpo abrasado ó en *combustion* (1) cuyas partes se desunen y evaporan en humo, llama &c. La causa de este incendio es una verdadera materia que necesita ser excitada para obrar. Casi no hay ningun cuerpo que no sea alterable ó descomponible por el fuego,

(1) La combustion es la combinacion del cuerpo que arde con el oxígeno, el cual absorve dejando desprender el calórico.

como veremos; hasta el oro mismo se derrite y liquida.

¿Qué es lo que llamamos calor?

Esta palabra, dice Vallejo, (1) en la cual se comprende la idea vaga de una causa, no expresa realmente sino *la sensacion que el calórico produce sobre nuestros órganos;* y por extension la que produce sobre órganos mas resistentes ó aun sobre cuerpos no organizados.

¿No hay diferentes medios para excitar la accion del fuego ó el calor?

Si, hay los siguientes 1.º El choque ó la frotacion de los cuerpos sólidos, que es el que empleamos mas frecuentemente.

Ejemplos. Todo el mundo puede observar que machacando en frio un metal, tal como el plomo, se calienta considerablemente. La mayor parte de los autores han atribuido este fenó-

(1) Compendio de matemáticas puras y mixtas tom. 2 pág. 242.

meno á la aproximacion de las partículas metálicas ocasionada por la accion del martillo; pero esta explicacion no es muy satisfactoria; porque el plomo no es susceptible de adquirir un aumento de peso específico por la accion de ninguna fuerza mecánica. Parece bien dificil en el estado actual de la ciencia explicar lo que pasa en esta experiencia suponiendo la materialidad del calórico, y solamente en la hipótesi de las vibraciones de él se concibe fácilmente. En efecto, la fuerza mecánica que se emplea, solicita á las moléculas á mudar de puesto, á rodar las unas sobre las otras, y se comprende fácilmente que este movimiento interior puede poner el fluido etereo en vibraciones caloríficas. Rumford se ha apoyado particularmente sobre esta experiencia para justificar la hipótesi de las vibraciones que habia adoptado.

Otro fenómeno muy notable es el desprendimiento de calórico que suce-

de por efecto de la frotacion. Todo el mundo sabe que los carros muy cargados, se prenden fuego muchas veces por el efecto del frote de sus ejes en los cubos de las ruedas. Para evitar tambien el fuego que prenderia necesariamente por la frotacion de la piedra de los molinos contra las maderas que la rodean, se pone una cencerra; de modo que cuando ya no hay grano ó cuando hay muy poco que caer de la tolva, caiga y avise al molinero para que ó eche mas, ó pare el molino. Los Indios y otros pueblos encienden fuego muchas veces frotando uno contra otro dos pedazos de madera seca.

2.° La fermentacion y la efervescencia, que producen un muy grande calor y algunas veces el incendio.

Ejemplo. El heno apretado en mucha cantidad antes de estar seco, puede fermentar y calentarse hata el punto de encenderse.

3.° Los rayos del sol, que reunidos

con un espejo cóncavo pueden inflamar los cuerpos que se exponen á ellos; (1) y cuando están juntos dichos rayos por una lente de vidrio, producen el mayor calor que se conoce, por cuyo medio se ha llegado á quemar el diamante.

¿Cuál es el medio de hacer cesar el fuego?

Privándole del aire; lo que se hace metiendo el cuerpo encendido en el agua, ó echándole mucha encima, por que si no se echa mas que una corta cantidad, se aumenta la accion del fuego en vez de disminuirse.

¿No se propaga tambien el calor por el intermedio de los cuerpos?

Sí: pero todos estos no gozan en el mismo grado la facultad de conducir el calórico. Si se expone al fuego la ex-

(1) Por este medio se pretende fué por el que Arquimedes puso fuego á la flota de los enemigos que estaban delante de Syracusa ó Zaragoza en Sicilia, reduciendo sus naves á cenizas.

tremidad de una varita de hierro por ejemplo y la de otra de madera de la misma longitud y se aplica la mano á las extremidades opuestas; se reconocerá que adquieren temperaturas muy diferentes, de suerte que es imposible tenerse por un cabo una varita de hierro de algunos centimetros cuando está encendida por el otro, mientras que puede tenerse impunemente otra de madera de algunos milimetros aunque esté ardiendo por la extremidad opuesta. Es necesario pues concluir de esta experiencia que los dos cuerpos no conducen igualmente el calórico; y de aquí la distincion de los cuerpos en *buenos* y *malos conductores* del calórico.

La mayor parte de los metales son buenos conductores: hay sin embargo entre ellos unas diferencias muy sensibles. La platina es muy mal conductor; de modo que puede tenerse con la mano una lámina de este metal muy corta aunque esté hecha ascua por la

extremidad opuesta. El hierro, el acero y el plomo, conducen peor el calórico que el oro, la plata, el cobre y el estaño; las piedras, los ladrillos, el vidrio, la madera, el carbon, la seda, la lana &c., son en general malos conductores del calórico, como igualmente los líquidos, y quizá aun peores los cuerpos gaseosos.

¿Pueden hacerse algunas aplicaciones de la facultad conductriz de los cuerpos?

La diversidad de estas facultades suministra aplicaciones útiles á nuestras necesidades diarias. Si se quiere concentrar el calor sobre una sustancia, es preciso servirse de un horno construido con cuerpos malos conductores, como, por ejemplo, los ladrillos. Si por el contrario se quiere calentar un aposento por medio de una estufa, es necesario servirse para su construccion de cuerpos buenos conductores; así una estufa de metal calienta mu-

cho mas que una de loza. Cuando se quiere conservar el calor del cuerpo, conviene vestirse de lana ó de otra tela de materia poco conductriz; en el caso contrario conviene vestirse de lino, cañamo &c. La experiencia habia ya enseñado esto mucho tiempo antes de que se tuviesen ideas exactas sobre el calor. Lo mismo debe hacerse cuando se quiere poner un cuerpo al abrigo del calor de la atmósfera, es decir, que es necesario envolverlo ó cubrirlo con una sustancia poco conductriz. Esto se practica algunas veces en los calores del Estío para transportar el hielo, envolviéndolo en una gruesa cobertura de lana, que deja pasar muy dificilmente el calórico de que está cargado el aire exterior.

¿Explicadme algunos fenómenos de la facultad conductriz de los cuerpos?

Las variadas sensaciones de calor y de frio que experimentamos al contacto de cuerpos de diversa naturaleza,

aunque al mismo grado de temperatura, se explican tambien por la facultad conductriz mas ó menos grande de estos cuerpos. Todo el mundo sabe que si durante el Estío y á la sombra se toca un pedazo de madera, apenas se experimenta una sensacion de calor ó de frio; al paso que si en las mismas circunstancias se toca un pedazo de hierro, se experimenta una sensacion de frio mas ó menos fuerte, lo que proviene de que la madera siendo un mal conductor no puede robar á la mano una gran cantidad de calórico, mientras que el metal que lo es bueno, le roba prontamente y lo comunica á toda su masa. La sensacion de frio es muy notable cuando se mete la mano en un baño de mercurio que se halla á la misma temperatura que los cuerpos circunvecinos; y esto proviene de que este metal líquido es mejor conductor que la mayor parte de los cuerpos que tocamos habitualmente.

Si tocasemos madera ó hierro expuesto al sol en virtud de su facultad conductriz, nos comunicaría el hierro mucho mas calórico que la madera.

Si parecen las monedas en nuestros bolsillos mas calientes que nuestros vestidos, es tambien porque el metal de que están hechas es mejor conductor que la lana ó toda otra tela de que estamos cubiertos.

¿Decidme alguna cosa sobre la dilatacion y contraccion de los cuerpos por las variaciones de temperatura?

El calórico introduciéndose en los cuerpos á favor de sus poros imperceptibles, separa sus moléculas ó partes constitutivas; esto es, produce sobre ellos unos efectos análogos á los que notamos en la introduccion de los líquidos en los cuerpos sólidos: y en virtud de esta separacion los cuerpos aumentan de volúmen en todas sus direcciones, que es á lo que damos el nombre de *dilatacion*.

La dilatacion de los cuerpos sólidos, y especialmente la de los metales, es muy pequeña si no están proximos al estado en que se funden; porque la fuerza de cohesion de que están dotados se opone á la accion del calórico, reteniendo las moléculas unidas unas á otras. La dilatacion de los líquidos y fluidos es mucho mas considerable que la de los cuerpos sólidos en las mismas circunstancias; porque á medida que un líquido se calienta, disminuye la fuerza de cohesion de sus moléculas, y opone desde entonces menos resistencia á la expansion que solicita el calórico. Sin embargo si el fuego no ha alterado la naturaleza de los cuerpos, vuelven á sus mismas dimensiones despues de haberlos expuesto á diversas temperaturas, aunque sean muchas las veces que se les exponga á estas mudanzas alternativas. Hay no obstante algunas sustancias como la arcilla, por ejemplo, que por el contrario

parece se contraen cuando se las expone al fuego despues de humedecidas; pero no vuelven á tomar sus primeras dimensiones, lo que acredita que su contraccion es el efecto de secarse ó de una combinacion íntima de sus elementos y no de un efecto pasagero del calor.

¿Trae alguna ventaja esta propiedad de los cuerpos de dilatarse por el calor, y volver á las mismas dimensiones cuando se hallan en las mismas circunstancias?

Sí seguramente, y muy grande; pues que nos ofrece un medio muy sencillo y exacto para medir el calor, y es la base en que se funda la construccion de los instrumentos destinados á este efecto y que llamamos *termómetros.*

Servios explicadme cómo se construyen los termómetros *y sus variedades.*

Estos instrumentos (cuyo nombre viene de dos palabras griegas que sig-

nifican *calor y medida*) se construyen con cuerpos sólidos, con líquidos, ó con gases. Debe conocerse por lo que he dicho sobre la dilatacion de los cuerpos, que hay muchas dificultades para su construccion. Los diferentes cuerpos de que podemos servirnos para ella, no dilatándose todos la misma cantidad en una misma elevacion de temperatura, es claro que los diversos termómetros que de ellos se construyen, no presentan los mismos resultados, á menos que habiendo calculado bien las relaciones de dilatacion, se haya dispuesto convenientemente la division de las escalas. Ademas no siendo uniforme la marcha de la dilatacion en los sólidos y en los líquidos, seria menester tambien conocer la ley de ella para dividir las escalas. En fin debiendo estar nesariamente encerrados en vasos los cuerpos líquidos y aëriformes, se complican los resultados en la dilatacion de los dos cuerpos que sirven pa-

ra la confeccion del termómetro. De todos estos instrumentos el que parece desde luego mas fácil en corregir los errores, es el *termómetro de gas ó aire*; porque los fluidos aëriformes se dilatan uniformemente, y desde entonces no se necesita mas que conocer la ley de las dilataciones del tubo ó bola que los cubre, es decir en que están encerrados. Tambien es una causa de error la capacidad de calórico, que varía en diversos cuerpos.

Los termómetros líquidos son los que están mas en uso: pueden emplearse en su construccion líquidos de diversas especies, pero al mercurio es al que se dá la preferencia. 1.° Porque no se pega á las paredes del tubo. 2.° Porque antes de hervir sufre una temperatura mas alta que los demas líquidos. 3.° Porque siendo mejor conductor que otros muchos, se pone mas pronto y mas fácilmente en equilibrio de temperatura; y 4.° porque las irre-

gularidades que manifiesta en su dilatacion, son compesadas sensiblemente entre la temperatura del hielo al punto de deshelarse y la del agua hirviendo; por las correspondientes variaciones del tubo de vidrio.

1.º Para construir un termómetro de espíritu de vino ó de mercurio, debe observarse lo siguiente: despues de tener el líquido dentro de un tubo preparado para ello, se le introduce en él hielo al derretirse y se señala *cero* en este punto para la division llamada de *Deluc* ó de *Reamur* y para el *centigrado:* y para la de *Fahrenheit* 32 en el mismo punto: despues se coloca el mismo tubo ó termómetro en agua hirviendo, y se señala el punto á que sube el líquido, si la distancia ó espacio comprendido entre los dos puntos del hielo y del agua hirviendo, se divide en 80 partes iguales que se llaman *grados*, se tiene la division de que usó Reaumur, y que se conserva todavía

con su nombre; dividiendo esta distancia en cien partes iguales, se tiene la division del termómetro *centigrado*; y dividiendo este espacio en 180 partes iguales, se tiene la division denominada de *Fahrenheit*. En todas las divisiones se señalan por la parte de abajo del hielo partes iguales, y en la division 32 por abajo del hielo, se pone cero en la de *Fahrenheit*, porque en este punto fijo corresponde al frio producido por una mezcla de sal marina y nieve (1).

2.° Para construir un termómetro, dice tambien Beudant, es necesario escoger desde luego un tubo capilar perfectamente cilindrico, á fin de que dividiéndole en partes iguales tenga cada division la misma capacidad: este tubo se terminará por una ampolla ó por un espiral: despues se intrudocirá el mercurio que se habrá cuidado

(1) Vallejo Compendio de matemáticas puras y mixtas tom. 2, pág. 243.

de purgar bien de aire. Pero como sería imposible introducir este líquido en un tubo tan estrecho por medio de un embudo, se calienta la ampolla para dilatar el aire que encierra y hacerle salir: en seguida se sumerge la extremidad abierta del tubo en mercurio bien puro, seco y caliente: este líquido se introduce en virtud de la presion de la atmósfera á medida que se enfria el tubo. Este así lleno, se calienta bastante para dilatar el mercurio y hacerle salir, de modo que volviendo el resto á la temperatura ordinaria, no llene mas que una parte del tubo: se derrite este tubo por su extremidad, mientras el mercurio dilatado se eleva aun hasta su cima, y se le cierra así herméticamente, es decir con la misma materia del tubo.

Los demas termómetros son: el de *Reaumur*, que debería llamarse de *Deluc*, porque el de aquel, que era de espíritu de vino, difiere totalmente del que

hoy lleva este nombre y se divide en 80 partes iguales desde el término del hielo derretido en que se halla el cero, hasta el de la agua hirviendo.

El termómetro de *Celsius ó centigrado*, usado mucho tiempo ha en Suecia y actualmente en Francia, se divide en cien partes entre los dos puntos fijos.

En el termómetro de *Fahrenheit* el intervalo entre los dos puntos fijos se divide en 212 partes. El cero del nuestro coincide con el grado 32 de éste, lo que dá 180 desde este término hasta el del agua hirviendo.

En el termómetro de *Delisle* el cero se halla en el punto fijo que es el término del agua hirviendo. Los grados bajo de éste, son diez millonesimas de la capacidad de la bola y del tubo. Nuestro cero (esto es el de Reaumur) corresponde al grado 150 de esta escala descendente:

Es muy fácil pasar de una escala

termométrica á otra, porque comparando los grados de Reaumur con los del termómetro centigrado, tenemos que 1.grado *centigrado*: es á 1.grado de *Reaumur*, como 100 es á 80, ó como 5 es á 4.

Luego un grado *centigrado* es igual á cinco de *Reaumur*. Asi para convertir un número cualquiera de grados de éste en grados *centigrados*, se multiplican por $\frac{5}{4}$.

Para los grados *centigrados* comparados á los de *Fahrenheit* tenemos que 1.grado *centigrado* es á 1.grado *Fahrenheit*, como 100 grados es á 180 grados como 5 es á 9.

Luego un grado *centigrado* es igual á $\frac{5}{9}$ de Fahrenheit. Segun esto para convertir un número cualquiera de grados de *Fahrenheit* en *centigrados*, se quitarán desde luego 32 para venir á cero, y del resto se tomarán los $\frac{5}{9}$ del resto. Asi se hallará que 50 grados Fahrenheit corresponden á 10 grados centigrados.

Para los grados del termómetro de Delisle tenemos que 1.^{grado} *centigrado*: 1.^{grado} *Delisle* :: 100 : 150 : : 2 : 3.

Luego 1.^{grado} *centigrado* es igual á $\frac{2}{3}$ ^{grado} de *Delisle.* Si se quiere convertir cierto número de grados de Delisle en grados centesimales, se tomarán desde luego los $\frac{2}{3}$; pero como la escala de Delisle es descendente, se les quitará ó rebajará en seguida de 100^{grados}, y el resto será el grado de nuestra escala; así se hallará que el grado 135 de Delisle corresponde al 10 de nuestro termómetro.

Despues de haberse hecho uno con todo el cuidado posible, podemos servirnos de él como de marco para hacer cuantos queramos, que costarán mucho menos trabajo; porque entonces se podrá tomar un tubo cualquiera, con tal que no sea muy irregular, y despues de haberle llenado de mercurio, bastará para dividirlo el compararlo exactamente con el primer ter-

mómetro. Con todo eso es siempre mejor determinar inmediatamente los puntos fijos del hielo derretido y del agua hirviendo, y determinar en seguida algunos otros por comparacion con el termómetro marco. Los intermediarios, si son poco extensos, pueden dividirse en partes iguales si no es muy irregular el tubo.

El *termómetro de aire* inventado por Amotons es un tubo de vidrio que bajando recto al principio, despues se retuerce hácia arriba y termina en una bola ó ampolla la cual en gran parte está llena de aire (como se ve al márgen): el resto del espacio está ocupado por un líquido que tambien se eleva en parte en el ramo ó cañon del tubo A. Cuando se calienta el aire de la bola, se dilata y hace subir al licor por el tubo. Este termómetro es muy sensible y puede indicar la mas pequeña cantidad de calórico.

A

Ademas, como el aire se dilata uniformemente para todos los grados de temperatura, parece susceptible de mucha exactitud, corrigiéndole sin embargo la dilatacion del vidrio. Las experiencias de Gay-Lusac han hecho ver que la marcha de este termómetro es sensiblemente igual á la del mercurio, á lo menos desde *cero* hasta 100 grados: y los señores Dulong y Petit han experimentado nuevamente esta semejanza.

Tambien hay el *Termoscopo*, que es una especie de termómetro de aire, que solo indica las diferencias de temperaturas: ha sido imaginado por Rumford para las experiencias que tienen relacion con el calórico radiante; y consiste en un tubo de vidrio terminado por dos bolas llenas de aire: encierra una gota de licor colorado que se llama *index*. Si se calientan igualmente las dos bolas, hallándose el aire en el mismo grado de elasticidad, el index permanece estacionario; pero si una de las bolas está mas

caliente que la otra, el index se vá hácia el lado de la bola mas fria en virtud de la diferencia de las fuerzas elásticas. Este instrumento es extremamente sensible, y muy á propósito para indicar los menores grados de calor acumulado en un punto antes que sea afectado de él el aire inmediato. Presentando la mano á una bola, á un metro (tres pies) de distancia, se vé al momento al index dirigirse hácia el lado opuesto. Aun es mas sensible el efecto si la bola á la cual se presenta la mano está cubierta de una materia negra. Leslie, que ha inventado un instrumento de la misma forma que éste, poco mas ó menos, para las experiencias que ha hecho sobre el calórico al mismo tiempo que Rumford, ha empleado despues este instrumento como *photometro*, evaluando de este modo la velocidad de la luz por el calórico radiante que parece serle proporcional.

Termómetro sólido. Tambien se han

construido diversos termómetros con metales sólidos. El mas sencillo consiste en una lámina de laton aplicada sobre una lámina de vidrio: alargándose ó acortándose el metal, hace mover á una aguja cuya extremidad describe grandes arcos de círculo y marca los grados sobre una escala circular. Hay otros varios termómetros metálicos cuya descripcion no me parece absolutamente necesaria en esta obrita, y por lo tanto me abstengo de darla, los cuales se hacen combinando juntamente metales de diferentes dilatibilidades.

Debe ponerse el mayor cuidado, dice Vallejo, "en la preparacion y graduacion de los termómetros y ninguna precaucion estará de mas para construir un instrumento que aunque pequeño y de poca importancia en la apariencia, es de la mayor utilidad para los progresos de las ciencias naturales y exactas. Las indicaciones que nos dá, son la base de toda la teoría

del calor: él es el regulador de todas las operaciones químicas; el astrónomo le consulta á cada instante en sus observaciones para calcular el desvio que los rayos luminosos emanados de los astros sufren atravesando la atmósfera, que los rompe y encurba mas ó menos segun su temperatura. Al termómetro se debe todo lo que se sabe sobre el calor animal producido y mantenido por la respiracion; él es el que fija en cada parage la temperatura media de la tierra y del clima, el que nos manifiesta el calor terrestre, que es constante en cada parage y vá disminuyendo de intensidad desde el ecuador hasta los polos que permanecen constantemente helados; él tambien nos enseña que el calor decrece á medida que uno se eleva en la atmósfera hácia la region de las nieves perpetuas, ó cuando uno se sumerge en los abismos de los mares de donde resultan las mudanzas progresivas de la vegeta-

cion á diversas alturas." (1).

Os doy gracias por el trabajo que os habeis tomado en explicarme el modo de construir los termómetros y las variedades de ellos, con tanta proligidad; mas decidme ¿hay algun otro instrumento que sirva tambien para medir los altos grados de calor?

Sí, y son los *Pirómetros* (especie de termómetros metálicos): los hay de varias clases; pero quizá no hay uno que completamente llene el objeto deseado: los grandes defectos de la mayor parte de ellos son 1.° no ser portátiles, 2.° no prestarse tan cómodamente á las observaciones como el termómetro ordinario que se pone fácilmente en contacto con tal ó tal cuerpo, y 3.° no ser comparables con el termómetro. El pirómetro de Wedgwood que es el mas usado, se reduce á una plancha de metal que tiene una canal cuya base es trape-

(1) Compendio de Matemáticas, tom. 2, pág 244.

cial: se pone un cilindro de arcilla dentro de un crisol en el horno ó parage cuya temperatura elevada se quiere observar: se introduce por el parage mas ancho de la canal; y como segun haya sufrido mas calor se habrá contraido mas, bajará mas en la canal y señalará mayor grado de calor."

Por conclusion, todas las dimensiones de graduacion en los termómetros, se reducen con facilidad unas á otras, como hemos dicho, observando que cinco grados del *centigrado* equivalen á cuatro del de *Reaumur*, y á nueve del de *Fahrenheit*. En el pirómetro de *Wedgwood* cada grado equivale á 72 del termómetro *centigrado*; y el cero de dicho pirómetro corresponde al grado 598 del *centigrado* (1). Hay aun demasiadas irregularidades en este pirómetro; por manera que puede decirse que aun no se ha hallado

(1) Vallejo en la obra citada.

medio de hacer uno bueno.

El calórico existe en los cuerpos de dos modos: ó combinado con ellos, en cuyo caso no causa efecto sobre el termómetro y se llama *latente*, ó libre que es cuando puede transmitirse á otros cuerpos y causa efecto sobre el termómetro y sobre nuestros órganos.

El conocimiento de la dilatacion de los cuerpos sólidos, y sobre todo de los metales, nos interesa y aprovecha en una infinidad de circunstancias y es sumamente útil á las ciencias y á las artes.

En virtud de la dilatacion de varios metales, se ha conseguido que las péndolas de los relojes conserven la forma necesaria para que sus oscilaciones sean iguales cualquiera que sea la variacion de temperatura. En efecto, si la varilla de una péndola se dilata por el calor, es mas largo el péndulo y las oscilaciones son mas lentas, sucediendo lo contrario si es mas baja la temperatura. Este inconveniente se evita

componiendó las varillas de diversos metales, como acero, hierro, cobre y laton; reduciéndose todos estos aparatos que se llaman compensadores en última analisis á hacer que suba una parte del sistema cuando se alarga la varilla y á bajarle cuando se acorta, de suerte y en tal proporcion que estos efectos contrarios se compensen exactamente.

"La dilatacion de los líquidos sigue la misma ley que la de los cuerpos sólidos y fluidos, al menos mientras no se acerquen al punto de hervir ó de congelarse.

Si generalizamos estas ideas, podremos establecer que no existe realmente *estado natural* de los cuerpos. La liquidéz, la solidéz, el estado de vapor, el aëriforme, no son sino accidentes que ocasiona la mayor ó menor temperatura, es decir el mayor ó menor calor; de manera que si nuestro planeta se alejase del sol, los líquidos y

los gases podrian pasar al estado sólido, y si se acercase, podria suceder que los cuerpos mas sólidos se redujesen á líquidos y aun á gases. Luego el principio del calor, de cualquier naturaleza que sea, separa las moléculas de los cuerpos cuando su energía aumenta, y las deja aproximar cuando se debilita. Estendiendo esta idea, se ha concluido generalmente que este principio era la fuerza que mantenia las moléculas de los cuerpos en equilibrio contra el esfuerzo de su atraccion recíproca, que tiene una continua tendencia á unirlas; de modo que los cuerpos se pueden considerar como un conjunto de pequeñas partículas que se hallan continuamente en equilibrio entre dos fuerzas, á saber: la atraccion que trata de reunirlas, y un principio repulsivo, que será, si se quiere, el del calor que propende á desunirlas.

El *estado sólido* tendrá lugar cuando la atraccion sea dominante, y en es-

te caso será necesario que la energía del principio repulsivo aumente para que las partes se desunan. Si esto sucede, llegará un término en que estas dos fuerzas serán iguales, y este será el estado *líquido;* en fin si el principio repulsivo aumenta todavía, separará las moléculas materiales á tal punto que sus atracciones mútuas dejarán de ser sensibles á la distancia en que se hallan colocadas, y entonces el cuerpo pasará al *estado gaseoso.*

Para acumular en un punto una cantidad muy grande de calórico, se hace uso de un instrumento que se llama *soplete* que es muy útil para los plateros, los mineralogistas &c.; y ahora se acaba de inventar y perfeccionar un nuevo soplete por el cual se funden casi instantáneamente la platina y todas las sustancias que hasta el dia no se podian fundir. Se reduce á condensar mucho una mezcla de siete partes de hidrógeno y tres de oxígeno y ha-

cer que salga por un tubo capilar, y encendiendo dicha corriente y dirigiéndola á cualquier sustancia, se consigue inmediatamente su fusion" (1).

Decidme si gustais ¿qué es la fusion *de los cuerpos?*

Á medida que el calórico se acumula en un cuerpo sólido, aparta, como hemos dicho, sus partículas y disminuye por consiguiente la fuerza de cohesion. Cuando este cuerpo se halla caliente á un cierto grado mas ó menos elevado segun su naturaleza, se halla dispuesto á entrar en combinacion con el calórico; absorve entonces una cantidad mayor ó menor de él y pasa al estado líquido (que es lo que se llama *fundirse*).

Todos los cuerpos no entran en fusion al mismo grado de calor; lo que puede atribuirse á la fuerza de cohesion ó atraccion que une sus partícu-

(1) Vallejo en su obra citada.

las, y que exige una temperatura mas ó menos elevada para ser balanceada suficientemente y permitir la combinacion. La siguiente tabla indica el punto de fusion de varias sustancias de las mas conocidas.

	Grados.
El mercurio se funde á	36.
El hielo á	0.
El aceite de olivo á	10.
La manteca de puerco á	27.
El sebo á	33.
El fósforo á	43.
La esperma de ballena á	45.
La cera á	68.
El azufre á	170.
El estaño á	210.
El bismuto á	256.
El plomo á	260.

	Wedgwood	Centigrado.
El cobre á	27 grados..	2530 grados.
La plata á	28.........	2602.......
El oro á..	32.........	2894.......
El hierro á	130........	9970.......

Hay cuerpos como la platina, muchas especies de piedras &c. que no pueden fundirse sino por el calor mas violento que puede producirse; y hay otros que son absolutamente infusibles.

Decidme ¿qué es la ebullicion *ó* hervor *de los líquidos?*

Á pesar del obstáculo que oponen á la evaporacion los fluidos aëriformes inmediatos, llega sin embargo un momento en que el vapor se desprende tan rápidamente en un medio aëriforme de una densidad cualquiera, como en el vacío: entonces es cuando la temperatura es bastante elevada para que el vapor que se forma se halle al grado de elasticidad de *fluido ambiente*, y á este punto entra el líquido en ebullicion. Cuando se hace hervir un líquido transparente en un vaso de vidrio, se ven formarse gruesas pompitas de vapor en el lugar á que particularmente se aplica el calor. Estas pompitas se elevan por medio del líquido,

vienen á rebentarse en la superficie de él y producen el movimiento violento tan conocido de todo el mundo bajo del nombre de *ebullicion* ó *hervor.*

Las pequeñas pompitas que se desprenden del agua antes de la ebullicion y que producen lo que se llama *agitacion* ó *retemblor* , son efecto del aire contenido en el líquido, que se dilata por el calor. El agua destilada, y la que proviene del derretimiento del hielo, no producen este efecto.

La experiencia prueba que bajo la presion media de la atmósfera, no principian á hervir todos los líquidos al mismo grado de temperatura ó de calor: los que son mas volátiles hierven mas pronto: el ether nítrico, el ether muriático por ejemplo son tan volátiles que el solo calor de la mano basta para hacerlas hervir. Hallamos pues que bajo la presion media de la atmósfera.

	Grados.
El ether sulfuríco hierve á la temperatura de.........	33.
El alcohol ó espíritu de vino á.	79.
El agua á.................	100.
El azufre á.................	200.
El aceite de trementina á.....	293.
El de linaza á.............	315.
Y el mercurio á............	350.

Los cuerpos extraños que tienen los líquidos en disolucion, influyen mucho sobre el grado de temperatura necesario á la ebullicion y retardan constantemente la de los líquidos mas volátiles que ellos: así es que el agua cargada de sal, hierve mas tarde que el agua pura.

¿Qué es el frio?

La supresion, ó solamente la diminucion de calórico. Su propiedad es condensar los cuerpos aproximando sus partículas que se habian separado ó dilatado por el calor. El frio se produce de diversos modos que podreis ver

con extension en la obra de física de Beudant, y aquí solo os diré que siempre que un líquido pasa al estado de fluido aëriforme, absorve calórico y le toma necesariamente de todo lo que le rodea; por consiguiente debe haber allí produccion de frio para los cuerpos que están en contacto.

Tambien se advierte que siempre que un cuerpo sólido pasa al estado líquido, hace bajar la temperatura en los cuerpos inmediatos. Así es que cuando se deja derretir un pedazo de hielo en la mano, se experimenta un frio bastante vivo; porque el hielo para pasar al estado líquido roba calórico á todo lo que le rodea, y por consiguiente á la mano con quien se halla en contacto.

DE LA LUZ.

¿Qué es la Luz?

Un fluido perfectamente elástico, que cuando obra sobre nuestros ojos

produce la claridad y nos hace ver los objetos, dando el color y brillo á todas las producciones de la naturaleza; mas no se sabe bien cómo la luz obra, ni cómo se propaga su accion.

¿Cuáles son las ciencias que se ocupan de los efectos de la luz?

La *Optica*, la *Catóptrica* y la *Dióptrica* (1).

¿Qué es la Optica?

La ciencia que tiene por objeto los efectos de la luz directa, es decir, la

(1) Como quiera que esta obra es para gente que no haya frecuentado las aulas, me extenderé muy poco en la explicacion de estas tres ciencias, para lo cual seria necesario valerse de muchas láminas que harian muy costoso este libro, y que los lectores tuviesen algun conocimiento de las matemáticas; y así solo me ceñiré á dar definiciones generales claras é inteligibles á todo género de personas, notando los fenómenos mas singulares de la luz y de los instrumentos opticos, omitiendo la polarizacion y otras teorías sublimes que tan bien explica Biot, donde podrán verse, pues que ya poseemos traducido al español su hermoso *Compendio de Física*, por el señor Grimaud de Velaunde.

vision de los objetos por los rayos que de éstos vienen inmediata y directamente á nuestros ojos.

¿Qué es la Catóptrica?

La ciencia que tiene por objeto los efectos de la luz reflecta ó reflejada. Del mismo modo que los demas cuerpos ejerce la luz sus movimientos en línea recta, en tanto que puede: sus rayos, sometidos siempre á las reglas generales, están tambien sujetos á desviarse de su primera direccion cuando encuentran un cuerpo que les impide el paso y les fuerza á volverse atrás y á reflejarse. Luego todos los cuerpos no luminosos por sí mismos pero visibles, reflectan la luz, sin lo cual no se los podria ver. Pero lo que hace principalmente que se refleje la luz, es el encuentro de cuerpos opacos, pues que se ve mejor á estos últimos que á los cuerpos transparentes: en términos que si fuesen perfectamente transparentes como el aire, no se los vería de modo alguno.

¿Cuáles son los cuerpos de que nos servimos para reflectar mejor la luz?

Los *espejos*. Los hay de muchas clases, y son: el espejo *plano*, el *convexo*, el *cóncavo* y el *mixto*, compuesto de las otras especies.

Se llama *espejo* un cuerpo cuya superficie está bastante pulimentada para reflejar con regularidad la mayor parte de los rayos de luz que recibe, y para representar las imágenes de los objetos que se ponen delante de él; tales son los espejos de metal y los de cristal azogado. Estos últimos son de un uso mas frecuente.

El *espejo plano*, es el de que nos servimos en el uso ordinario de la vida.

Los *espejos convexos* hacen ver los objetos mas pequeños que ellos son en sí. Su superficie por lo regular es esférica. Tienen la propiedad de esparcir los rayos de luz que reflejan; á causa de que hacen divergentes los que son paralelos; aumentan la divergencia de

los que ya eran divergentes, y disminuyen la convergencia de los que son convergentes, haciéndolos tambien algunas veces paralelos ó divergentes. Los espejos convexos hacen ver del mismo modo que los planos la imágen detrás de ellos, y en una situacion conforme á la del objeto; pero esta imágen es mas pequeña que el objeto, como se ha dicho, y se halla á mas corta distancia por detrás del espejo que á la que se halla el objeto colocado delante de él (1).

El *espejo cóncavo* hace ver los objetos ya detrás y ya delante de él, segun la mayor ó menor distancia de ellos, y es el único que puede servir para reunir los rayos solares en su punto céntrico, ó foco, para encender fuego.

Los espejos mixtos son los cilindricos y cónicos.

¿Qué es la Dioptrica?

(1) Brisson: *Tratado elemental de Física*, traduccion castellana, tomo 2, pág. 242.

Una ciencia que tiene por objeto los efectos de la luz refractada, es decir de la luz que pasando oblicuamente de un cuerpo transparente ó de un fluido á otro de una resistencia diferente, experimenta un pequeño desvío ó variacion en su direccion; ó de otro modo: la Dioptrica es una ciencia cuyo objeto es el considerar y explicar los efectos de la refraccion de la luz cuando pasa por diferentes intermedios, tales como el aire, el agua, el cristal, &c. cuya refraccion es un desvio ó separacion que sufren los rayos de la luz al pasar oblicuamente de un intermedio á otro de una resistencia diferente.

¿Qué es lo que se llama Lente?

Se llaman *lentes* ó vidrios convexos los que son combados, esto es, trabajados de modo que el medio ó centro sea mas grueso que las orillas ó bordes. Tienen la propiedad de engrosar los objetos á la vista y de juntar los rayos luminosos para hacer un foco que

encienda lo que se le presente.

¿Qué son los vidrios cóncavos?

Se llaman así aquellos que en vez de ser corvos como los vidrios convexos, son al contrario hondos, de suerte que son mas delgados por el centro que por los bordes: hacen ver los objetos mas pequeños que lo que son en sí, y dispersan los rayos de luz en vez de juntarlos.

¿Qué es lo que produce los colores?

La luz. Hay siete colores principales ó primitivos, que son: el *encarnado*, *naranjado*, *amarillo*, *verde*, *azul celeste*, *azul turquí* (indigo), y *violado ó morado*. Se ve que no se cuentan el *negro* y el *blanco*; y la razon es porque el primero es la obscuridad ó ausencia de todo color; y el segundo es la reunion de todos ellos.

¿Cómo se hace para conocer los siete colores primitivos?

Se recibe un rayo luminoso sobre un prisma de vidrio triangular ó que forme tres caras, cuyo rayo en su pa-

so por el prisma se descompone y presenta los siete colores en una banda ó faja de un resplandor magnífico. Para hacer esta experiencia debe escogerse un sitio ó cuarto enteramente oscuro, donde por un pequeño agujero entra el rayo del sol que se recibe en el prisma.

¿Hay algun fenómeno interesante producido por la refraccion de la luz?

Sí, y uno de los mas asombrosos: tal es el nombrado *Mirage* ó *espejo ilusorio* (1) que observaron los franceses en su expedicion á Egipto. Este fenómeno consiste en que un viagero enmedio de un terreno llano y ardiente, distante por todas partes del mar y lugares donde haya agua, vé los árboles, los pueblos y los demas objetos como rodeados de un mar ó una inmensa laguna, advirtiéndose su imágen trastor-

(1) Así le llama el señor don Eugenio de Tapia en su preciosa traduccion de la obra titulada *Cartas á Sofía sobre la Historia natural, la Física, &c.*

nada como si se reflejase en las aguas; mas á medida que el viagero se acerca al sitio donde advierte estas aguas, desaparece la ilusion, que se vá alejando hasta disiparse totalmente.

¿Cuál es la causa de este fenómeno?

El sol, calentando excesivamente el suelo enmedio del dia, hace que la capa de aire que está en contacto con él, adquiera una temperatura muy elevada: dilatándose en seguida esta capa, se halla en una densidad mas débil que las capas qne descansan sobre ella: los rayos luminosos que caen sobre esta capa dilatada bajo un ángulo comprendido entre un cierto límite *a* y 90.°, se reflejan en su superficie como sobre un espejo y llevan al ojo del espectador la imágen trastornada de las partes bajas del cielo, que entonces se vé en la prolongacion de los rayos que se han recibido, y por consiguiente sobre el horizonte real. En este caso, si nada nos advierte del error, juzgamos los límites

del horizonte mas bajos y mas cercanos que lo que realmente están. Si algun objeto tal v. gr. como lugares, árboles, &c. advierten al observador que los límites del horizonte están mas distantes y que el cielo no se baja á la profundidad que se le juzgaba, la imágen reflejada del cielo parece como una superficie de agua reflejante. Estos lugares, y estos árboles envian rayos que son reflejados como lo hubieran sido los rayos venidos de la parte del cielo interceptada por ellos. Estos rayos producen una imágen trastornada sobre los objetos reales que se ven por los rayos directos. Siendo constante el límite en que principian á reflejarse los rayos luminosos, y debiendo parecer que vienen del punto mas próximo al en que principia el fenomeno los rayos que hacen el mayor ángulo con el horizonte, este punto debe hallarse á una distancia constante del observador: si éste se adelanta, la orilla de la supues-

ta inundacion parecerá alejarse, como efectivamente se observa. Mr. Jurine ha observado tambien un Mirage lateral. Mr. Wollaston ha producido artificialmente este singular fenómeno que puede verse extensamente en las obras de física de Biot, Beaudant, y otros autores modernos, de donde se ha extractado esto.

METEOROS LUMINOSOS.

¿Cuáles son los Meteoros luminosos?

El *Arco iris* (ó Arco en el cielo), *las coronas*, *paraselenas* y *parelios.*

¿Qué es el Arco iris?

De todos los fenómenos que pertenecen á los colores, el mas hermoso, sin duda, es el *Arco iris*, esto es aquella faja semicircular adornada de los siete colores primitivos y colocada en las nubes que se percibe cuando, teniendo la espalda vuelta al sol, se mira una nube de la que está cayendo agua y que se halla iluminada por este astro, con

tal que éste se halle á una elevacion menor que la de 42 grados sobre el horizonte.

¿Cómo se forma este arco?

Se forma por las gotas de lluvia que rompiendo los rayos del sol nos presentan los siete colores primitivos en el mismo órden que el prisma de vidrio.

¿Qué dice la Sagrada Escritura de este arco?

Que Dios por un efecto de su bondad infinita nos le ha querido dar despues del Diluvio por señal de que ya no haria mas perecer á los hombres por las aguas.

¿Cómo, pues, el Arco iris, que solo es un fenómeno natural, no habia aparecido antes del Diluvio?

No admite duda que Noé habia visto muchas veces otros semejantes antes del Diluvio; pero Dios, añadiendo, como en todos los Sacramentos, la gracia á la naturaleza, hizo de este arco un signo de su alianza con los hombres:

por eso le llama *su arco*, y dice le pondrá en las nubes.

¿Hay alguna otra especie de arco?

Sí: algunas veces percibimos una porcion de círculo de luz colorida como el Arco iris, sobre una pradera ó campo donde se mira desde un sitio algo elevado un poco despues de haber salido el sol, ó un poco antes de ponerse; á cuya porcion de círculo así colorido se le puede llamar *Arco iris terrestre*. Este fenómeno, así como el del Arco iris, es un efecto de la luz refractada y reflejada por las gotas de rocío ó de lluvia que están adheridas á la yerba, y puede explicarse del mismo modo. Si se hace atencion á la altura del sol sobre el horizonte, á la posicion en que se está cuando se percibe el fenómeno, á la fuerza refringente de las gotas de agua esparcida sobre la yerba, y á los diferentes grados de refrangibilidad de los rayos de que está compuesta la luz solar; se verá que el todo está sujeto á

las mismas condiciones que á las de donde nacen las apariencias del Arco iris. En éste por lo regular se observan dos arcos iris concéntricos, de los cuales el uno tiene los colores menos vivos que el otro, y en un órden inverso; en algunas ocasiones aunque muy raras, se suelen ver hasta tres arcos concéntricos; pero el tercero es muy débil. Tambien se puede verificar el Arco iris con la luz de la Luna, y se le suele llamar *Arco iris lunar*, pero casi nunca se ven todos los colores, ni son tan vivos. En el mar cuando está agitado, se suele ver un arco pintado de algunos colores del iris; y entonces se llama *Arco iris marino.*

¿Qué son las coronas?

Se llaman así unos círculos colorados ó rogizos que se perciben algunas veces al rededor del Sol y de la Luna (1).

(1) Las coronas (que vulgarmente llamamos *cerco*) segun muchos labradores anuncian la lluvia, y frecuentemente aciertan en su pronostico.

Todos los físicos convienen en que su formacion se debe atribuir, como la del Arco iris á la refraccion de los rayos de luz en las partículas de vapor, gotas de agua y partecillas de hielo y de nieve de que está cargada la atmósfera; con la diferencia de que en el Arco iris hay reflexion y refraccion de los rayos, y en las coronas no hay mas que refraccion ó rompimiento de ellos. La magnitud de estas coronas varía mucho, pues que depende de la grosura mayor ó menor de los cuerpos hetereogeneos que refractan la luz y de su proximidad á nuestra vista.

Lo que apoya esta teoría y la hace verosimil es el que se puede imitar este meteoro en un tiempo frio: mírese una luz al través del vapor que exhala una cantidad de agua caliente contenida en un vaso colocado entre la luz y el ojo, y se verá una corona colorida al rededor de la llama. El mismo efecto se tendrá si se mira una luz al

través de un cristal bien pulimentado y empañado con gotillas de agua imperceptibles, como lo están en un tiempo frio los cristales de los coches en que hay gente.

¿Qué son las paraselenas?

La Luna, como todos sabemos, sale algunas veces despues del mediodia y por consiguiente en el tiempo en que aun son las circunstancias favorables al fenomeno *mirage*. Si el resplandor del Sol y la claridad de la atmósfera permiten entonces que se perciba la Luna en el acto de salir, se verán dos imágenes de este astro. Y á este fenomeno le conocemos bajo el nombre de *paraselena*, cuyo nombre viene de dos palabras griegas que significan cercania, ó *proximidad* y *Luna*, ó lo que es lo mismo como si se dijese *Luna aproximada*.

¿Qué son los parhelios?

Llámase así, dice nuestro Vallejo, la aparicion simultánea de muchos soles, que son imágenes fantásticas del

sol verdadero. Estas imágenes se forman siempre sobre el horizonte á la misma altura á que se halla el sol, y están siempre unidas las unas á las otras por un círculo blanco horizontal; las imágenes que aparecen sobre este círculo del mismo lado que el sol verdadero, presentan los colores del arco iris; y algunas veces se halla tambien coloreado el mismo círculo en la parte que está proxima al sol. La aparicion mas completa de este fenómeno se verificó en Dantzick el 20 de febrero de 1661. Este fenómeno, semejante al de las paraselenas, se observa en el mar, y puede tambien producirse por una especie de *mirage*; pero es necesario estudiar las circunstancias que le acompañan: por lo demas es muy raro.

¿Cuáles son los instrumentos de Optica?

Los principales son los *Polemoscopos*, las *máquinas ópticas*, las *cámaras oscuras*, los *anteojos* ó *telescopios*

y los *microscopios.*

¿Qué es el Polemoscopo?

Un instrumento por medio del cual podemos ver los objetos ocultos á nuestras miradas directas. La principal pieza de este instrumento es un espejo inclinado (Fig. 20, lám. 1.ª) colocado en el fondo de una caja abierta por enfrente del espejo, el cual envia la imágen del objeto al ojo del espectador, quien no puede verle sin el instrumento á causa de los obstáculos que se suponen entre este objeto y el ojo.

¿Qué es una Máquina óptica?

Una caja en la cual se ven los objetos bastante iluminados y bajo unas imágenes amplificadas y distantes con el auxilio de espejos y lentes convexas.

¿Qué es una Cámara oscura?

Se llama así una pieza cerrada exactamente por todas partes, exceptuando un agujero hecho en el postigo de la ventana ó en otro cualquier sitio que se quiera, en el cual está colocada una

lente convexa destinada á recibir los rayos de luz reflejados ó emanados de los objetos exteriores, los cuales van á pintarse en una situacion invertida, pero con toda claridad y con sus colores naturales, sobre un fondo blanco colocado dentro de la pieza en el foco de la lente. (Fig. 21).

¿Qué son los Telescopios?

Unos instrumentos compuestos de tubos ó cañones, en los cuales unos vidrios convexos ó cóncavos, y alguna vez unos espejos, están dispuestos convenientemente para hacer ver distintamente los objetos mas lejanos. Nos servimos de ellos para examinar los astros (Fig. 22).

Hay varias clases de telescópios, y el que sirve para examinar los objetos terrestres se llama *anteojo de larga vista* (Fig. 23).

¿Qué es un Microscopio?

Un instrumento que por medio de una ó mas lentes combinadas entre sí

hacen que la vista perciba de un modo muy claro objetos que por su naturaleza son imperceptibles (Fig. 24). El mas notable es el *microscòpio solar* que sirve para ver en grande, en un cuarto bien cerrado y oscuro, las imágenes de objetos muy pequeños vivamente iluminados por el Sol. Este microscopio se compone de un espejo plano dispuesto en la parte de afuera de una puerta ventana del cuarto oscuro, y susceptible de moverse en dos sentidos; el uno para ponerlo de frente al sol y para hacerle seguir en el arco que este astro describe durante el experimento; y el otro para inclinarlo segun conviene y de modo que refleje los rayos solares dentro de un tubo ajustado al orificio hecho en la puerta ventana. En el principio del tubo hay una lente convexa que reune los rayos que el espejo le envía, la que los concentra sobre los objetos que se hacen pasar por debajo de un resorte colocado en la otra ex-

tremidad del mismo tubo. Mas allá de estos objetos hay una lente, la que se aproxima ó aleja del objeto cuya imágen viene á pintarse sobre un plano blanco, ó sobre un bastidor guarnecido de gasa que se pone á algunos pasos de distancia en el interior del cuarto. Este intrumento tiene la preciosa ventaja de aumentar segun queremos las dimensiones de las imágenes, aumentando la distancia del plano sobre el que vienen á pintarse y haciendo variar la distancia respectiva de las dos lentes. Por esto es útil para diseñar cómodamente los objetos, y tan grandes como se quiera.

DE LA LINTERNA MÁGICA.

La Linterna mágica se parece mucho al Microscopio solar, ya por su construccion y ya por sus efectos: los rayos luminosos tienen en ella una marcha semejante, y de la misma manera

van á pintarse en grande sobre un plano blanco los objetos pintados en unas láminas de vidrio.

El mecanismo de este instrumento optico, está reducido á una linterna ó farol de oja de lata ú otra materia con una candileja ó lamparilla que se enciende, colocada enmedio. A la linterna se adapta un tubo ó anteojo de dos cañones que se alarga ó encoge á voluntad del que hace uso del instrumento. Este tubo ó anteojo de dos lentes convexas, cada una en su extremo, está colocado precisamente frente por frente de la lamparillla ó luz de la linterna, de modo que transmitiéndose por el tubo, va á formar un plano ó círculo de luz en la pared frente la cual está situado el aparato.

Cuando se quieren ver las ilusiones de la Linterna mágica, se coloca ésta en un puesto alto, enmedio de una sala bien blanca, y si no lo estuviese se pondrá una sabana limpia en

la pared donde se haya de recibir la luz de la linterna, esto es el círculo de luz que forma el campo del anteojo adaptado á ella. Despues se van pasando por delante de la luz de la candileja y la primera lente del anteojo inmediata á ella unas laminitas largas y angostas de vidrio en que están pintadas varias figuras con sus respectivos coloridos, las cuales se transmiten al círculo de luz pintado en la pared, pero con unas dimensiones gigantescas, como quiera que las lentes, que ambas son de aumento, contribuyen á ello maravillosamente; lo que forma una ilusion verdaderamente agradable y mucho mas por el contraste con la oscuridad absoluta que reina en la sala; pues no debe haber en ella mas luz que la que la Linterna mágica expida por el anteojo y que forma el plano ó círculo en la pared.

Para que las figuras se pinten derechas en la pared, deben pasarse inverti-

das por delante de la luz y la primera lente del anteojo, pues si se pasan derechas se verán invertidas en la pared.

DE LA FANTASMAGORÍA.

Esta máquina produce unos efectos asombrosos combinando vidrios convexos con un espejo parabólico. Las imágenes presentan comunmente la figura de un espectro que se aproxima desde léjos, y que se pinta en un bastidor de gasa ó de percal engomado, puesto verticalmente entre el espectador y el aparato. La construccion de la máquina es la siguiente.

"Se coloca enmedio de una caja cuadrada una lámpara á corriente de aire; los rayos luminosos que salen de ella son reflejados por un espejo parabólico hácia una abertura practicada en uno de los lados de la caja: en esta abertura se atornilla un tubo dado de negro por la parte interior y

compuesto de muchos tubos que se introducen los unos en los de los otros como los de los anteojos. Este tubo está armado con dos lentes bi-convexas de cerca de cinco pulgadas de diámetro; la una es fija, la otra es móvil y situada en el extremo del tubo: ésta se aproxima ó aleja de la primera segun se prolonga ó se acorta el tubo por medio de un registro. En el tubo se labra una muesca destinada á recibir las figuras transparentes á las que les dá una situacion inversa y se hallan colocadas entre la lámpara á corriente de aire y la lente fija de la que están poco distantes: en fin la caja está sostenida por una mesa movible sobre cuatro ruedas que resbalan por dos encajes perpendiculares al bastidor de percal en el que se pintan las imágenes.

Los conos luminosos que salen de las dos extremidades opuestas de la figura transparente, son refringidos por la lente fija: los rayos de que se com-

pone cada uno de estos conos, salen, pues, menos divergentes; y estos conos convergen el uno hácia el otro mas fuertemente que cuando iban de la figura transparente hácia la lente. Caen sobre la lente móvil, se cruzan en ella, y los rayos de que se compone cada cono, salen convergentes, de modo que van á pintar sobre el bastidor de percal ó de gasa las imágenes de los puntos de que han salido.

Síguese de aquí: 1.º que la figura transparente teniendo una posicion invertida, la de su imágen debe ser derecha.

2.º Que se pueden aumentar ó disminuir las dimensiones de las imágenes, aproximando ó alejando el aparato del bastidor, pero en este caso el foco de los rayos divergentes que salen del mismo punto de la figura transparente, no se pinta en el bastidor: por lo que es preciso alejar ó aproximar la lente móvil á la fija de modo que la

combinacion de los dos movimientos dé una imágen clara y distinta.

3.° Conservando siempre la imágen la misma posicion, el expectador, seducido por la ilusion, juzga que muda de lugar cuando muda las dimensiones. Si su pequeñéz es extrema la vé lejana; pero si en este caso sus dimensiones crecen progresivamente, le parece que corre con mas ó menos celeridad la inmensa distancia que les separa para colocarse á su lado.

Lo que se ha dicho hasta aquí no tiene por objeto mas que las imágenes de las figuras transparentes. Para tener la de los cuerpos opacos, se coloca al principio la tela y la caja á seis pies de distancia lo uno de lo otro, y se adapta en el orificio de la caja un aparato con dos tubos guarnecidos de dos lentes bi-convexas. Se fija en un pequeño sustentáculo puesto en medio de la caja de un cuerpo opaco, por ejemplo una medalla ó un cuadro; la lám-

para á corriente de aire, situada en uno de los ángulos de la parte anterior de la caja, ilumina este objeto: los rayos que éste refleja, atravesando las lentes, van á pintar la imágen sobre la tela con una amplificacion que es en razon de su distancia.

Si la imágen no es distinta, es señal que no está en el foco; y se puede colocar en él de tres modos, 1.° aproximando ó alejando un poco la caja de la tela; 2.° aproximando ó alejando el objeto de las lentes en lo interior de la caja; 3.° moviendo lentamente los tubos para variar la distancia que separa las lentes" (1).

DE LA ELECTRICIDAD.

¿Qué es la Electricidad?

La propiedad que tienen ciertos

(1) Libes *Tratado de Física elemental y completo de Física*, traduccion castellana 2 edicion 1821, tom. 3 págs. 67 á la 69.

cuerpos, cuando se les ha preparado para ello, de atraer y de repeler los cuerpos ligeros que se les aproximan, de arrojar penachos de una materia luminosa, de producir chispas brillantes, de hacer sentir unas punzadas bastante vivas á los que se acercan á ellos, de causarles conmociones violentas, y de inflamar los licores y vapores espirituosos ó inflamables.

¿A qué se deben estos efectos?

Parece que se deben á una materia puesta en movimiento tanto dentro como fuera del cuerpo electrizado; y esta materia se llama *fluido eléctrico.*

Esta materia ó fluido eléctrico forma dos corrientes: la una sale del cuerpo electrizado para dirigirse á los cuerpos vecinos que no lo están, y se llama *materia efluente*: la otra sale de los cuerpos no electrizados para dirigirse al cuerpo que lo está, y se llama *materia afluente.* Cuando estas dos corrientes se encuentran, se chocan, se

inflaman y producen lo que se llama *chispa eléctrica.*

¿Qué medios se emplean para producir en los cuerpos la virtud eléctrica?

Hay dos: el primero es frotarlos, ya con la mano desnuda ó ya con alguna sustancia animal ó metálica: el segundo es acercarlos mucho ó hacerles tocar á un cuerpo recien electrizado. Casi todos los cuerpos son electrizables por uno de estos medios; pero los mas fáciles de electrizar por la frotacion son el vidrio, el azufre, el lacre, los pelos de los animales, &c. Estos cuerpos se llaman *idio-eléctricos*; y los que se electrizan mejor por comunicacion *an-eléctricos*, y éstos son las sustancias metálicas y el agua

¿Qué es aislar un cuerpo?

Es no darle comunicacion sino con los que, no electrizándose bien por comunicacion, no le hacen perder su virtud. Los cuerpos que se emplean para

aislar un cuerpo son *los idio-eléctricos*, y principalmente el vidrio y la seda.

¿Cuáles son los instrumentos que sirven para producir los fenómenos eléctricos?

Estos son: 1.º Unos tubos de vidrio, ó barrotes de lacre. 2.º Unos globos, cilindros, ó platos de vidrio, de azufre ó de lacre, á los que se hace dar vueltas entre unos cogines, y se les da mas particularmente el nombre de *máquina eléctrica.* 3.º Las sustancias metálicas ó cargadas de humedad que conducen la electricidad de un cuerpo electrizado y se les llama *conductores.* 4.º Unas botellas eléctricas (ó llenas de fluido eléctrico) llamadas *botellas de Leyden.* 5.º Unas baterías eléctricas, que son un conjunto de botellas eléctricas, que producen conmociones capaces de matar á los animales, derretir los hilos de metal ó alhambres, y que por ello sirven para explicar los efectos del trueno, como vamos á ver en la explica-

cion de los *meteoros igneos.*

METEOROS IGNEOS.

¿Cuáles son los meteoros igneos?

El *relámpago*, el *rayo*, el *trueno*, las *exhalaciones*, el *fuego de San Telmo*, los *ambulones ó fuegos fátuos*, los *fuegos lambentes*, los *globos de fuego*, *auroras boreales*, *luz zodiacal*, y los *aërolitos ó piedras caidas de la atmósfera.*

Explicadme qué es y cómo se forma el relámpago, *el* rayo *y el* trueno.

Se sabe que la virtud eléctrica se excita en los cuerpos, como hemos dicho hace poco, de dos maneras, á saber: por frotacion y por comunicacion. Pues en los tiempos de tempestad, en que bastante ordinariamente vemos ir los vientos y las nubes encontrados, una parte de la atmósfera se desliza sobre la otra. El aire, que es un cuerpo idio-eléctrico, se electriza frotándose

contra sí mismo ó contra los objetos terrestres que encuentra al pasar y comunica su electricidad á la nube, que lleva. Esta nube, en la cual se amontona la electricidad, llega á hacerse un cuerpo electrizado que debe producir todos los efectos que presentan los cuerpos que nosotros electrizamos. Si encuentra, pues, otra nube que no esté electrizada, despide de sí un *relámpago*, que no es otra cosa que la luz de una gran chispa eléctrica, acompañada de un gran ruido. Nosotros no le oimos cuando este choque se verifica en un lugar de la atmósfera muy distante; pero si se hace cerca, causa un ruido espantoso, y sobre todo si es repetido por los ecos que forman las nubes y las montañas vecinas que producen esa especie de rodada que muchas veces oimos despues de un *trueno*. Este, segun varios físicos, resulta tambien de la explosion que causa una combinacion repentina de una mezcla de gas oxígeno y de gas

hidrógeno que la chispa eléctrica inflama en las regiones atmosféricas que son el teatro de los rayos. Si la nube eléctrica, en lugar de chispear contra otra nube, lanza su chispa frente á frente ó contra un objeto terrestre que se encuentre á una distancia conveniente, he aqui el *rayo*, que destroza y vuelca todo cuanto hiere.

¿Hay alguna cosa para preservarse de los extragos del rayo?

Sí; los Pararrayos.

¿Qué es un Pararrayos?

Una vara de metal terminada en punta, que puesta sobre un edificio, se comunica por cierto conducto con la tierra, ó regularmente va á parar á un pozo.

¿Qué efectos producen los pararrayos?

Estas puntas de metal tienen la propiedad de variar y sustraer poco á poco la electricidad de las nubes y conducirla á la tierra. Entonces las nubes

que se hallan encima, no pueden producir chispas fulminantes; pero como estas puntas no obran sino muy de cerca, no lo hace sobre las nubes que están muy distantes.

¿Qué son las Exhalaciones *y las* estrellas vagas cadentes *ó* caedizas?

Las exhalaciones son unos pequeños globos compuestos de varias materias inflamables que esparcen una claridad mas ó menos viva y que algunas veces se les vé revolotear en la atmósfera; y las *estrellas vagas ó cadentes* son unas pequeñas nubecitas que contienen varias exhalaciones que llegándose á calentar se inflaman por sí mismas; y como no arden súbitamente, sino al contrario con mucha lentitud, parecen en la atmósfera como una estopa ardiendo, porque el aire las ofrece una resistencia que las hace retirarse poco á poco. Muchas veces este fuego se disipa en los aires y algunas llega hasta la tierra, y entonces se encuentra en el sitio de su

caida una materia blanca y viscosa como la de la cola, habiéndose consumido enteramente la materia combustible. Ordinariamente las exhalaciones en su aparicion presentan el mismo fenómeno que ofrecería una estrella que desprendiéndose de la bóveda celeste se precipitase hácia la superficie de la tierra.

¿Qué es el fuego de San Telmo?

Unas llamas ó lucecillas pequeñas que solemos ver cuando truena en los pabellones, jarcias y mástiles de los navíos y en cualesquiera objetos que terminan en punta. Tambien se suele llamar este fuego *Castor* y *Polux.*

¿Qué son los fuegos fátuos *ó* ambulones?

Son unos fuegos muy débiles que en el verano y principios de otoño fluctuan en el aire, inmediatos á la tierra: cuanto de mas cerca se les vé, brillan menos, y suelen verse en los sitios en donde hay mas descomposicion de materias, animales y vegetales, tales co-

mo en los cementerios, muladares, pantanos &c.

Estos fuegos fátuos han dado lugar á muchas fábulas y causado muchos sustos á personas poco instruidas y pusilanimes, que los han atribuido á aparecimientos de difuntos y otras necedades fruto de la ignorancia; siendo asi que solo provienen del fósforo que se halla en los huesos de los animales.

¿Qué son los fuegos lambentes?

Los que suelen verse sobre las cabezas de los niños y sobre la crin de los caballos, principalmente cuando sus arreos y adornos terminan en punta; y deben tambien su orígen á la electricidad.

¿Qué son los globos *de* fuego?

Vienen á ser unas exhalaciones, ó lo mismo que las estrellas vagas, esto es, unos meteóros que aparecen en la atmósfera en figura de globo animado de un movimiento muy rápido y ordi-

nariamente acompañado de una cola luminosa: se han visto algunos cuyo diámetro parecia igual al de la luna llena, y su cola luminosa equivalía á siete ú ocho veces el diámetro del Globo (1).

¿Qué es la Aurora boreal?

Un fenómeno cuya causa nos es aun desconocida, y consiste en una masa de luz, mas ó menos resplandeciente, que se percibe hácia los polos tres ó cuatro horas despues de ponerse el sol. Esta luz es ordinariamente blanquecina en el horizonte; rogiza y mas brillante á 20 ó 30 grados sobre él: entonces es undulante, y parecen salir unas ráfagas de luz, ó llamas muy vivas, que se prolongan hácia lo alto del cielo. Estas llamas muchas veces mudan de forma y de color, de suerte que este fenómeno presenta un espectáculo magnífico; y se ha

(1) Vallejo Compendio de Matemáticas puras y mixtas tom. 2 pág. 318.

observado que es tanto mas hermoso, cuanto el frio es mas intenso. Las auroras boreales deber observarse en los climas septentionales, pues cuanto uno se acerca mas al ecuador, son mas raras, y debajo de él son nulas. Algunas veces las acompañan unas ligeras detonaciones. Segun Brisson se deben las auroras boreales á la inflamacion de la materia eléctrica. Libes las atribuye á los gases nitrosos, y otros físicos á la reflexion y refraccion de los rayos del Sol en las nieves eternas de los polos; pero todas estas no son mas que conjeturas, pues como hemos dicho se ignora la causa de este brillante fenómeno.

¿Qué es la Luz zodiacal?

Una débil claridad que ordinariamente tiene la forma de un cono, cuya base está vuelta hácia el Sol y el vértice hácia el zodiaco. Se verifica principalmente hácia el fin del invierno, ó al principio de la primavera, y jámas en el otoño.

¿Qué son los Aërolitos?

Son unas piedras caidas á la tierra desde la atmósfera y cuyo orígen no se conoce suficientemente: se componen, segun la analisis química que se ha hecho de ellas, de silice, de magnesia, de azufre, de hierro, en el estado metálico, de nikel y de algunas partículas de cromo. *Laplace* ha pensado que podian ser arrojadas sobre la tierra por los volcanes lunares; y sometiendo esta idea al cálculo ha encontrado que bastaba para esto una fuerza de proyeccion cuadrupla de la de una bala de á veinte y cuatro cargada con doce libras de pólvora (1).

DEL MAGNETISMO.

¿Qué es el Magnetismo?

La parte de la Física que trata de los fenómenos que presenta el Imán.

(1) Vallejo ib. pág. 319.

¿Qué es el Imán?

Una piedra bastante parecida al hierro, que tiene la propiedad de atraer este metal, así como el nikel y el cobalto, y de unirse con mas ó menos fuerza á ellos. A esta propiedad se dá tambien el nombre de *Magnetismo*: hay imánes en los cuales es tan grande esta propiedad que sostienen pesos de cincuenta á sesenta libras.

¿Qué hay que notar en un imán?

Dos puntos opuestos por los cuales obra mas fuertemente y que se llaman sus *polos*; porque cuando el imán está suspendido de modo que puede moverse libremente, vuelve cada uno de estos dos puntos hácia uno de los polos de la tierra; y como cada uno de de los dos puntos se dirige siempre hácia el mismo polo, se llama polo *sur* aquel que se dirige hácia el Sur, y polo *norte* el que se vuelve hácia este punto.

¿Se atraen los imánes entre sí?

Se atraen cuando se les acerca por los polos opuestos ó de diferente nombre, es decir cuando se presenta el polo sud del uno al polo norte del otro; y se rechazan ó repelen cuando se presenta el polo sud del uno al polo sud del otro; ó el polo norte del uno al polo norte del otro. El imán puede tambien comunicar su propiedad al hierro y al acero.

¿Cómo se hace para verificar esto?

Hay diferentes métodos, cuya base es frotar el hierro de cierto modo contra el imán, y segun el que se emplea, adquiere el hierro una virtud mas ó menos fuerte. Basta aun dejar caer verticalmente una barra de hierro para darla un ligero principio de atraccion.

¿Cómo se llaman los imánes construidos de este modo?

Imánes artificiales; y los otros, *imánes naturales.* Los primeros tienen muchas veces mas fuerza y comunican

mas fácilmente su virtud que los naturales.

¿Se emplea el imán en alguna cosa útil?

Sí: en las brújulas.

¿Qué es una Brújula?

Una caja en la cual está colocada libremente una aguja imanada sobre un eje ó estilete de metal no magnético, situado enmedio de una plancha redonda de hierro batido ó de carton, sobre la cual están trazados los 32 vientos y cuya circunferencia se halla dividida en 360 grados. Estando esta caja suspendida sobre cuatro puntas ó ejes que la dejan moverse hácia cualquier parte, queda siempre horizontal la aguja, á pesar de los diferentes movimientos de las naves, en la que principalmente se hace uso de la brújula.

El imán tiene las propiedades, ademas de las referidas, de la *inclinacion* y *declinacion*. Estas, como asimismo la

intensidad de las fuerzas magnéticas, varían, no solo en los diversos parages de la tierra, sino tambien en un mismo lugar con el tiempo y con algunas otras circunstancias que aun no son bastante conocidas; pero la inclinacion varía menos con el tiempo que la declinacion.

Esta es la propiedad que tiene el imán de desviarse de la direccion hácia los polos, no dirigiéndose al verdadero norte, sino ya á un lado ya á otro de la línea meridiana. Si esta declinacion fuera constante, dejaria de ser un defecto, ó por lo menos lo seria muy leve, y se podria señalar fácilmente. Pero no solamente varía, como hemos dicho, en diversos sitios, sino que tambien varía continuamente, ya sea con respecto á los lugares, y ya con respecto á los tiempos, no siguiendo su variacion ley alguna conocida. Esta declinacion se mide por el arco de un círculo paralelo al horizonte comprendido en-

tre la línea meridiana del sitio en donde se observa y la direccion actual del eje del imán.

Las multiplicadas observaciones que se han hecho, prueban tambien que la aguja magnetizada está sujeta á variaciones repentinas y accidentales que coinciden con las apariciones de la *Aurora boreal*; y segun las últimas investigaciones de *Mr. Hansten*, catedrático de Astronomía en la universidad de Cristianía (en Noruega) parece que hay en nuestro Globo cuatro polos magnéticos ó dos ejes magnéticos que forman ángulos de 28 á 30 grados con el eje de la tierra. El polo ártico de uno de estos ejes está en el estrecho de Hudson, sobre poco mas ó menos, y su polo meridional en el mar de la India al sur de la Nueva Holanda; el polo ártico del otro eje, está al norte de la Siberia, en las inmediaciones de la Nueva Zembla, y su polo meridional en el mar del sur un poco inclinado al oeste de

la Tierra del fuego. Estos ejes magnéticos mudan todos los años de posicion, y su movimiento ocasiona las declinaciones de la aguja (1).

DE LAS BOMBAS MARINAS, Ó TROMBAS.

¿Qué es una Bomba marina?

Un fenómeno terrible y capaz de causar los mayores daños. Las bombas ó mangas marinas, principian ordinariamente por una nube que parece muy pequeña, y á quien los marinos llaman el *grano*. Este grano se engruesa en seguida considerablemente, y en poco tiempo viene á ser un monton de vapores semejante á una gran nube muy espesa que se extiende de alto en bajo, ó al contrario, en forma de columna que hace oir un ruido bastante semejante al de un mar fuertemente agitado, que

(1) Vallejo, obra citada, t. 2, pág. 273.

lanza relámpagos y algunas veces rayos, que muchas veces despide en derredor de sí mucha lluvia ó granizo; y últimamente, que es capaz de sumergir los navíos, arrancar los árboles ó volcarlos, las casas, y todo lo que esté expuesto á su choque.

¿Cuál es la causa de este fenómeno?

Se atribuye tambien á la electricidad; porque, como he dicho, los cuerpos electrizados atraen los cuerpos ligeros que no se hallan muy distantes. Luego, pues, si una nube electrizada pasa bastante cerca de la superficie del mar atrae á sí el agua, que forma una pequeña elevacion y deja escapar una gran cantidad de partículas acuosas que forman esta columna de vapor. Cuando el agua se ha elevado poco á poco, ó la nube se ha bajado por sí misma suficientemente, excita un relámpago entre la nube y el mar, y el rayo hiere á todo cuanto se encuentra á su alcance. Como estas bombas ocasionan siem-

pre grandes conmociones, no es de admirar que muchas veces resulten de ellas huracanes, lluvia, granizo, &c.

DE LOS TEMBLORES DE TIERRA.

¿Qué es un terremoto *ó* temblor de tierra?

Un movimiento causado por una inflamacion repentina de algunas exhalaciones sulfureas y bituminosas que se hallan en las grutas subterráneas poco distantes de la superficie de la tierra. En los paises meridionales hay frecuentemente estos temblores de tierra.

Los naturalistas los atribuyen tambien á la accion del agua y del aire, y es muy verosimil. Pára comprender bien esto, se ha de notar que la superficie de la tierra es como una bóveda, debajo de la cual hay una infinidad de cavidades y canales capaces de contener una considerable cantidad de agua y aire,

que rarificándose y dilatándose por el calor de los incendios subterráneos, salen con violencia de estas cavidades y con sus esfuerzos causan movimientos considerables.

VOLCANES.

¿Qué son los Volcanes?

Unos lugares subterráneos de donde continuamente sale un humo muy espeso y llamas, que algunas veces causan incendios considerables sobre la tierra. La causa de estos volcanes es la fermentacion é incendio de las materias sulfúreas que se encierran en las cavidades de la tierra: hay muchos de ellos; pero los mas considerables son el *Etna ó Montgibelo*, en Sicilia, el *Vesubio* en el reino de Nápoles y el *Hekla* en la Islandia.





DE LA ASTRONOMIA.



¿*Qué es la* Astronomía?

Una ciencia que nos enseña á conocer los movimientos y las revoluciones de los astros; así como la *Cosmografía*, de que hablarémos luego, nos dá á conocer su número y disposicion. Se dice que la Astronomía debe su orígen á los Caldéos, y yo creo que á los pastores, que fueron los primeros observadores del Cielo.

La superfície de éste nos parece sembradas de estrellas; entre éstas y nosotros hay otros astros que varían continuamente de posicion respectivamente unos de otros, cuyos movimientos y diferentes situaciones se ha pretendido explicar por medio de diferen-

tes sistémas.

¿Qué es un Sistéma?

Se llama *Sistéma del Mundo* el conjunto y disposicion de los cuerpos celestes, y el órden segun el cual se hallan colocados estos cuerpos unos respecto á otros y segun el cual se mueven: en una palabra; la disposicion de las orbitas planetarias, esto es, el curso ó camino que forman los planetas; ó, para hablar mas claro, el círculo que describen en su carrera. Pero antes de hablar de la verdadera situacion de estas orbitas, no será fuera de propósito el decir algo para explicar los movimientos de los cuerpos celestes.

Los antiguos filósofos, que casi no conocian las circunstancias del movimiento de los planetas, no tenían medios evidentes para conocer la verdadera disposicion de sus orbitas por cuyo motivo variaron mucho de opinion en este punto.

Primero supusieron inmóvil á la

Tierra en el centro del Mundo, y que todos los cuerpos celestes giraban al rededor de ella, como naturalmente se cree antes de haber discutido las pruebas de lo contrario.

Mas habiendo los Babilonios, y despues Pitagoras y sus discípulos, examinado de mas cerca estas ideas de los sentidos, hicieron de la Tierra un planeta, y colocaron al Sol inmóvil en el centro del Mundo; ó por mejor decir en el centro de nuestro Sistéma planetário.

Platon hizo renacer despues el sistéma de la inmovilidad de la Tierra, el cual siguieron muchos filósofos, entre ellos *Ptolomeo* que supone que al rededor de la Tierra dán vuelta todos los astros para alumbrarla, lo que exigiría una velocidad inconcebible de parte de estos astros, porque las estrellas se verían obligadas á correr lo menos quinientos millones de leguas por segundo de tiempo.

Hubo otros dos sistémas, que son el de los *Egipcios* y el de *Ticho-Brahe*, que el primero es parecido al de Ptolomeo que acabamos de explicar, con la diferencia de que á Mercurio y Venus se les consideró como satélites del Sol, y que siempre daban vuelta al rededor de este astro; y el segundo es un compuesto del de *Copérnico y Ptolomeo*, y es el siguiente: supuso pues á la Tierra en reposo, y que los otros planetas girando al rededor del Sol giraban tambien con él al rededor de la Tierra en veinte y cuatro horas. Como el sistéma de *Ticho-Brahe* exige la misma rapidéz de movimiento que los de Ptolomeo y de los Egipcios, no es mas admisible que éstos.

¿Cuál es el Sistéma de Copérnico?

Copérnico piensa que la Tierra tiene un movimiento de rotacion sobre su eje que se le llama *movimiento diurno* que lo hace en veinte y cuatro horas; lo que no exige la velocidad tan pro-

digiosa del movimiento de los astros: en seguida supone que el Sol está en el centro de nuestro Sistéma planetário; que la Tierra dá vuelta al rededor de él en el espacio de un año en su movimiento anual por el cual describe la ecliptica y explica todos los fenómenos astronómicos de que no se puede dar razon en los otros sistémas; ademas, que la Luna dá vuelta al rededor de la Tierra en una orbita que es llevada con la Tierra en su movimiento anual al rededor del Sol: que los otros planetas hacen lo mismo con sus satélites en mas ó menos tiempo, y que todo está terminado por las estrellas fijas.

¿Cuál de los dos Sistémas de Ptoloméo y Copérnico siguen en el dia los astrónomos?

El de Copérnico corregido por Keplero, Galiléo y otros célebres astrónomos que piensan que las estrellas fijas están á diferentes distancias del Sol,

y que atribuyéndoles un movimiento de rotacion sobre su eje presumen que pueden ser el Sol de otros tantos sistémas planetarios quizá mas considerables que el nuestro; porque su distancia de la Tierra es tan grande que aún no se ha podido medir el grandor de ninguna estrella, ni con los mejores telescopios; pero se la cree enorme (veánse los dos sistémas planetarios en la Lám. 2.ª figs. 1.ª y 2.ª).

COSMOGRAFIA.

Hemos insinuado antes que la *Cosmografía* es la ciencia que nos dá á conòcer el número y disposicion de los cuerpos celestes; y tambien podrémos llamarla sin temor, la ciencia que nos describe el Mundo.

¿Qué entendemos por Mundo?

El *Mundo* ó el *Universo* es el conjunto de todos los *cuerpos celestes* que existen en el inmenso espacio que se

comprende entre la Tierra y las estrellas mas distantes.

¿*Cómo se dividen los* cuerpos celestes?

En *cuerpos luminosos* por sí mismos, y en cuerpos que no tienen luz propia, sino que están alumbrados por la que reciben de los cuerpos luminosos.

¿*Cuáles son los cuerpos* luminosos?

El *Sol* y las *Estrellas*, que son en tan gran número que no se pueden contar.

¿*Para que sirven los* cuerpos luminosos?

Parece que Dios les destinó á ocupar el centro del movimiento de un cierto número de cuerpos opacos que forman lo que se llama un *Sistéma*, (*veáse la Astronomía*) á quien ellos alumbran, esto es por lo menos en cuanto al Sol, y podemos presumir suceda lo mismo con respecto á cada estrella.

¿*Hay muchos* cuerpos opacos?

Nosotros no conocemos mas que

aquellos que están alumbrados por el Sol; pero es probable suceda lo mismo al rededor de cada estrella que debemos mirar como centro de otro Sistéma planetario, como el Sol lo es de los que conocemos.

¿Cuáles son los cuerpos que componen nuestro Sistéma planetario?

El Sol y todos los cuerpos opacos conocidos que se dividen en tres clases: en *planetas*, *satélites* y *cometas*.

¿Qué es el Sol?

Un globo luminoso que alumbra la Tierra y á todos los cuerpos opacos que componen nuestro Sistéma.

¿Cuál es su magnitud ó grandor?

Su diámetro es de cerca de 319000 leguas, esto es, cerca de 111 veces mayor que el de la Tierra; de lo que resulta que es casi un millon y cuatrocientas mil veces mas grueso que ella: quizá sería mas fácil determinar exactamente su magnitud si no fuese tan prodigiosa su distancia de la Tierra.

¿Cuánto dista de ella?

Acerca de esto varían los astrónomos, pero tomando un medio entre la mayor y menor distancia que señalan será de 24.038 semidiamétros de la tierra, ó lo que es lo mismo 27.547.740 leguas, dando al semidiametro terrestre 1146 de 20 al grado.

¿De qué materia es el Sol?

Tampoco se sabe de fijo, pues unos piensan ser de fuego, y otros de materia sólida como la Tierra; en cuya superfície existe el fuego y la luz que vemos.

¿Tiene el Sol movimiento?

En otro tiempo se creyó que el Sol daba vuelta á la Tierra; pero en el dia se está en la inteligencia de que no la dá, antes al contrario, la Tierra es la que dá la vuelta al rededor del Sol, y al mismo tiempo sobre su eje; y tambien se ha conocido por las manchas que se notan sobre el disco del Sol, que éste tiene un movimiento de rota-

cion sobre sí mismo que se efectúa en veinte y cinco dias y doce horas (1).

(1) Esta es la opinion comunmente recibida hasta el presente por todos los Astrónomos nacionales y estrangeros; pero el español don Francisco Ramirez de Arellano, segun repetidas y exactas observaciones que dice ha hecho, afirma terminantemente desde Barcelona, que el Sol dá vuelta sobre sí mismo cada veinte y cuatro horas (como la Tierra) "con el movimiento de vertigo ó rotacion, en igual é idéntica forma que una piedra de amolar; de suerte que este movimiento es impulsado sobre su izquierda, descendiendo ésta y ascendiendo la derecha; observándose solamente la haz de su hemisferio ó globo, que es lo único que se descubre desde el nuestro terrestre." "Es de notar, añade, que el expresado é indudable movimiento circular de veinte y cuatro horas, se advierte sensiblemente en la haz (ó plano aparente) que nos descubre el cuerpo solar, sin que se perciba manifestarnos ninguna parte del medio hemisferio ó esfera que detras de su limbo ó borde nos cubre á nuestra vista, pues en el caso negado de tener el mencionado movimiento de los veinte y cinco dias y medio, y siguiendo el descubierto por Scheiner, y que se quiso apropiar Galiléo, explicado por todos los Astrónomos, deberia tener el cuerpo solar dos movimientos verdaderamente opuestos, lo que es imposible en sumo grado"

Pues si el Sol está quieto, como me decis, y la Tierra se mueve en su derredor; ¿Como es que le vemos salir por la mañana por el Oriente, elevarse en el curso del dia, declinar, y al fin ocultarse por el Occidente?

Ese movimiento del Sol no es mas que una apariencia, pues la Tierra en virtud de su movimiento de rotacion sobre su eje en el discurso de veinte y cuatro horas, es la que dá origen á este engaño; mas como á nosotros no se nos puede hacer sensible este movimiento, y á cada instante, en virtud de la vuelta que vamos dando con la Tierra nos vamos aproximando por la mañana al Sol, al Medio-dia le tenemos ca-

Advirtiéndose que es tal el convencimiento en que está Arellano de su nuevo descubrimiento del movimiento diurno del Sol sobre sí mismo, que no teme ser por via alguno fallido, é invita á todos á que le observen, haciendolo tres veces al dia con un buen anteojo y un vidrio negro mitigante cuando el Sol tenga manchas.

si perpendicular y despues lo dejamos atrás á causa de la elevacion que á cada momento va tomando el horizonte, (hasta que por haber dado ya el Globo la media vuelta que forma el dia se nos oculta el Sol del todo y quedamos á oscuras en la media vuelta restante que alumbra el hemisferio opuesto, hasta que el nuestro vuelve á presentarse hácía el Sol) nos parece, repito, que este es el que dá vuelta y no la Tierra; así como sucede al que vá embarcado en un navío que al salir del puerto le parece que la tierra, los árboles, y cuanto le rodea se mueve y se vá apartando de él, siendo así que realmente es lo contrario, es decir, que el que anda y se aparta es el navío, y no la Tierra, ni los árboles; pero si nos fuese posible elevarnos á distancia de 40℈ leguas (esto es situarnos entre la Luna y la Tierra) entónces notaríamos claramente el movimiento de rotacion de ésta como lo notamos en los demas planetas.

DE LOS PLANETAS.

¿Qué son los Planetas?

Unos astros ó cuerpos opacos que mudan de situacion los unos respecto á los otros y á las estrellas fijas.

No son luminosos por sí mismos, pues como se ha dicho, todos son ópacos y solo brillan y nos reflejan su luz porque ésta la reciben del Sol al rededor del cual se mueven de Occidente á Oriente describiendo unas orbitas mas ó menos elípticas, con otro movimiento propio y periodíco de rotacion que tienen sobre su eje.

¿Cuántos son los planetas que componen nuestro Sistéma?

En todo son treinta y dos: once que se llaman *principales* ó *primarios* porque describen su orbita al rededor del Sol, y veinte y uno secundarios ó satélites, porque la describen al rede-

dor de su planeta principal.

¿Cuáles son los planetas primarios y con qué signos se señalan para distinguirlos?

1.° *Mercurio*, ☿ (sigo el órden de distancia al Sol) es el primero, y parece estar sumergido en los rayos de este astro.

2.° *Venus*, ♀ que tambien se llama *Lucero de la mañana*, y Vespero ó *Lucero de la tarde*; porque unas veces precede al Sol, otras le sigue y se pone despues de él. Es el segundo en orden y describe una órbita mucho mayor que Mercurio. Con buenos telescopios se vé que estos dos planetas presentan sus fases como la Luna.

3.° La *Tierra* ♁, nuestro Globo, ocupa el tercer lugar, el que, como vemos, es domicilio de una multitud de criaturas animadas é inanimadas; de minerales y plantas, y el imperio del hombre. Su superficie se compone de agua, tierra, montañas y valles; y su

capa interior consiste en capas de diferentes materias.

4.° *Marte* ♂

5.° *Vesta* ⚶ descubierto el 29 de marzo de 1807 por Olbers.

6.° *Juno* ⚵ descubierto el 1.° de setiembre de 1803 por Harding.

7.° *Palas* ⚴ descubierto el 28 de marzo de 1802 por Olbers.

8.° *Ceres* ⚳ descubierto el 1.° de enero de 1801 por Piazzi.

Nota. Estos cuatro nuevos planetas se llaman *Telescópicos*; porque no se perciben sino con el telescopio.

9.° *Júpiter* ♃

10. *Saturno* ♄

11. *Urano, ó Herschell* ♅ descubierto por el Astrónomo Herschell el 13 de marzo de 1781.

¿Cuanto dista cada planeta del Sol y qué tiempo gasta cada uno en hacer su revolucion al rededor de este astro?

Mercurio el mas cercano al Sol de

todos estos globos, hace su revolucion en cerca de 88 dias; y aunque dista de este astro unos 10.627.156 leguas, está comunmente sumergido en sus rayos y casi siempre invisible para nosotros.

Venus, que dista del Sol 19.857.893 leguas, hace su curso en poco mas de 224 dias.

La Tierra, de quien hablarémos despues, situada como se ha dicho en su distancia media al Sol á 27.547.740 leguas (y segun otros astrónomos á 34 millones de las de 25 al grado) necesita un año, ó 365 dias y 6 horas para hacer su revolucion, y siempre va acompañada de la Luna en su orbita.

Marte, concluye la suya en cerca de 687 dias y dista del Sol 41.830.460 leguas.

Vesta, por un cálculo aproximado, dista del Sol 54 millones de leguas y hace su revolucion al rededor de él en 1335 dias y 6 horas (3 años y cerca

de 8 meses).

Juno, tambien por un cálculo aproximado, distará del Sol unos 58 millones de leguas y hace su revolucion en cerca de 1591 dias (4 años, 4 meses y 10 dias).

Palas dista del Sol 76.026.545 leguas, y hace su revolucion en 1679, dias (4 años 7 meses y 8 dias).

Ceres dista del Sol 76 millones y medio de leguas, y hace su revolucion al rededor de este astro en algo mas de 1681 dias (dos mas que Palas).

Jupiter, á distancia de 142.784.268 leguas, hace su revolucion en casi 12 años, acompañado de sus satelites.

Saturno, tambien con los suyos, hace su revolucion en cerca de 29 años y medio, y dista del Sol unos 261.887.559 de leguas.

Y *Urano* la hace en casi 84 años, y dista del Sol 526.650.538 leguas (1).

(1) Se advierte que todas estas distancias, á excepcion de las de *Vesta*, *Juno*, *Palas* y

¿Tienen los Planetas algun otro movimiento?

Sí: pues ademas del que tienen, cómo hemos visto, al rededor del Sol, que es como su año, tienen otro de rotacion sobre su eje que forma su dia. El de *Venus* es de cerca de 24 horas: el de la *Tierra* algo mas de 23 y media. El de *Marte* un poco mas; y el de *Júpiter* cerca de diez. La gran distancia de *Saturno*, y la pequeñez de los demas Planetas, la debilidad de su luz, y asímismo el hallarse *Mercurio* tan próximo al Sol, han impedido descubrir en ellos manchas, por cuyo medio se pudiera determinar el tiempo que emplean en su rotacion: no obstante por analogía es de creer que giran sobre su eje como los demas Planetas

Céres, son un medio entre la mayor y menor que ponen los astrónomos; por si nuestros lectores lo extrañan viendo en otras obras de Astornomía otras diferentes.

¿Cuántos son los Planetas que tienen satelites?

La *Tierra* tiene uno que es la *Luna* que dá vuelta á su rededor. *Júpiter*, tiene cuatro. *Saturno*, siete y *Urano* nueve.

¿Cómo se distinguen á la vista los Planetas *de las* Estrellas?

Porque éstas tienen una luz centelleante de que carecen los Planetas, que cada uno tiene su color particular. "Para conocer en el Cielo los Planetas prontamente, dice nuestro ilustre don Isidoro de Antillon en sus *Lecciones de Geografía* pág. 242, tomo 2.°, es mejor saber de antemano á qué punto corresponden en cualquiera noche que se desee verlos, y esto lo enseñan las tablas insertas en las *Efemerides* (1) donde se ponen sus longitudes geocen-

(1) Se llaman así los libros en que se anotan los movimientos diarios y aspectos de los Planetas, y los eclipses de Sol y Luna.

tricas, es decir, los puntos de la eclíptica á que corresponden perpendicularmente, vistos desde la tierra; con lo cual se deduce en qué constelacion del Zodiaco se han de buscar, y aun si pasan ó no por el horizonte en la noche. = Tienen ademas los planetas ciertos caracteres ó señas particulares que los distinguen unos de otros y sirven tambien para reconocerlos en el cielo con facilidad. = *Mercurio* despide una luz blanquecina, y raras veces podemos verlo, porque se pierde en el resplandor de los rayos solares, no apartándose del Sol sino cuando mas, 28 grados, es decir, tanto como la Luna dos dias despues del novilunio. = La luz brillante del hermoso Planeta *Venus* es tan considerable, que en parage oscuro proyecta sombra sensible y á veces se le descubre con la simple vista en el cuerpo del dia. Nunca se puede ver á media noche, pues á lo mas se aparta del Sol 47 ó 48 grados, y solo

aparece dos ó tres horas por mañana ó tarde cuando se halla en la parte de su orbita que está al O. del Sol, nace antes que él, se vé por la mañana, y se llama *Phosphorus*, *Lucifer*, ó la *Estrella de la aurora*: cuando al E. del Sol; brilla por la tarde despues de ponerse el astro del dia, llamándose *Hesperus*, *Vesper*, ó *Estrella de la tarde*. = Alguna vez pasan Mercurio ó Venus por delante del Sol, apareciendo como manchas redondas y negras sobre el disco solar: estos fenómenos se llaman *pasos*. Habrá uno de Venus en 1874. = *Marte*, el menos elegante de todos los planetas, aparece de colòr rojo oscuro; y aunque alguna vez lo vemos tan abultado como Venus, nunca le iguala en brillo y claridad. = El considerable volúmen de *Júpiter* hace que á pesar de su mucha distancia de nosotros, parezca siempre tan grande como Venus; pero su luz nunca es tan brillante y se asemeja mucho á la de la es-

trella Sirio. = La de *Saturno* es pálida y débil; su color menos distinguido que el de Júpiter, pero tambien menos rojo que el de Marte. = En todo rigor solo estos cinco Planetas se asemejan á una estrella de primera magnitud; los demas se nos presentan con mucho menos volúmen. Cuando observamos á *Herschell* con telescopio que engrandezca los objetos trescientas veces, lo veremos con un disco sensible muy bien terminado; con instrumentos de menos fuerza, apenas puede distinguirse de una estrella fija de entre 6.ª y 7.ª magnitud, y solo puede observarse con la simple vista, cuando la Luna no está sobre el horizonte. Su luz es de color azul claro, y su brillantéz entre las de la Luna y Venus. = Por lo que se sabe hasta ahora de los dos Planetas modernamente descubiertos (1), los cua-

(1) Cuando el señor Antillon escribia esto, aun no se habian descubierto, ó á lo menos no se tenia un perfecto conocimiento de Juno, y

les solo pueden verse con anteojos astronómicos, puede decirse que *Ceres* ó *Piazzi*, observado con anteojo que amplifique 60 veces, si se halla en el meridiano, y el aire despejado, tiene un disco redondo y bien definido, y se parece á una estrella de sexta magnitud: su color es rojo y semejante á la de Marte su vecino. *Palas* ú *Olbers*, arroja la luz palida y blanquecina; su diámetro aparante es mas chico que el de *Ceres* y brilla menos que Herschell."

¿Cuál es la forma de los Planetas?

Parece que han sido formados redondos y que la rapidéz de su movimiento los ha aplastado despues un poco hácia los polos y levantado hacia el Ecuador.

Vesta se descubrió despues, esto es en 1807 como se ha dicho.

DE LA TIERRA CONSIDERADA ASTRONÓMICAMENTE COMO PLANETA; Y DE LA LUNA.

¿Qué hay que observar en la Tierra considerada como Planeta?

Que dá vuelta sobre sí misma en 23 horas, 56 minutos y 4 segundos: y al rededor del Sol en 365 dias, 6 horas, 9 minutos y 10 segundos. Su diámetro es de 2.292 leguas, de 20 al grado: su distancia media verdadera al Sol es de 34 millones de leguas de 25 al grado. Su orbita ó línea que corre al rededor del Sol se llama *Eclíptica.* Corre casi 6 leguas y media por segundo en su movimiento al rededor del Sol, y cada punto del Ecuador corre 238 toesas en su movimiento de rotacion sobre sí misma.

¿Cuál es el planeta cuyo movimiento es el mas rápido?

Es Urano, que estando el mas distante de los que conocemos, corre 3700

leguas por minuto; cuya rapidéz parece inconcebible.

¿Cuál es el Satelite (1) *de la Tierra?*

La *Luna* ☾, á quien los Griegos habian puesto en el número de los planetas y á la que habian dado el nombre de *Selena*, de donde viene la palabra *selenegrafía*, que quiere decir *descripcion de la Luna.* Su signo es una media luna (como queda figurado) ó cuarto creciente, del que ordinariamente se usa para representarla.

¿Qué tiempo emplea la Luna para dar su vuelta al rededor de la Tierra?

Emplea 27 dias, 7 horas, 45 minutos y 4 segundos. No describe un círculo sino una elipse.

¿Cuánto dista la Luna de la Tierra?

Ochenta y cinco mil trescientas veinte y cuatro leguas, por un térmi-

(1) Los satelites ó planetas secundarios, son unos cuerpos celestes opacos situados en el espacio; y son atraidos por su planeta respectivo al rededor del cual se mueven.

no medio; porque ya está mas léjos y ya mas cerca de ella. El punto en que se halla mas distante de la Tierra se llaapogeo ó *afelio*, y el en que se halla mas cerca *perigeo* ó *perihelio*, debiéndose entender lo mismo con respecto á cualquier otro planeta ó cuerpo celeste distante de otro.

¿Qué es lo que se llama Fases de la Luna?

Se dá este nombre á las diferentes formas que este astro nos presenta en los 29 ó 30 dias que emplea en hacer su revolucion. Hay cuatro que dependen de su situacion respecto del Sol y la Tierra. No siendo la Luna luminosa por sí misma, esto es, no brillando mas que por la luz que recibe del Sol y que refleja hácia nosotros, como lo hace un espejo, cuando su parte que no está alumbrada está vuelta hácia nosotros, entonces no la vemos. La Luna y el Sol corresponden á un mismo punto del Cielo y se dice estar en con-

juncion, de donde se sigue que la parde la Luna vuelta hácia el Sol es la sola alumbrada por este astro, mientras que la otra parte vuelta hácia la Tierra está en la oscuridad; el dia en que sucede esta Fase (que se llama *Luna nueva*), la Luna sale y se pone al mismo tiempo, poco mas ó menos, que el Sol. Á los tres dias despues se comienza á descubrir una pequeña porcion del hemisferio alumbrado de la Luna, y cuando este satelite ha llegado á 90 grados distante del Sol, se percibe la mitad de su hemisferio alumbrado: esta segunda Fase se conoce bajo el nombre de primer cuarto ó *cuarto creciente*, y el dia en que sucede sale la Luna al tiempo, poco mas ó menos, del paso del Sol por el Meridiano, ó para hablar mas claro, al mediodia. Continuando la Luna su curso, la parte que se descubre de su hemisferio alumbrado va creciendo, hasta que la Luna habiendo llegado á 180 grados del Sol, se percibe

todo él alumbrado enteramente; y se dá á esta Fase el nombre de *Luna llena:* El Sol y la Luna están entonces en oposicion. El dia de Luna llena, ésta sale hácia el tiempo de ponerse el Sol. Despues de esta Fase se principia á perder de vista el hemisferio alumbrado de la Luna hasta el punto en que está á 270 grados del Sol: entonces es la cuarta Fase conocida bajo el nombre de *cuarto menguante* ó segundo cuarto. En este dia sale la Luna hácia la media noche. Pasado este tiempo este satelite llega á los 360 grados de su revolucion, esto es, ha dado una vuelta entera à la tierra, y vuelve á entrar otra vez en conjuncion con el Sol.

ECLIPSES DE SOL Y LUNA.

¿Qué es un Eclipse?

Una privacion total, ó en parte, de la luz de un astro, causada por la interposicion de otro que pasa por entre

el astro luminoso y el que recibe la luz.

¿Cuántas especies de eclipses hay?

Dos principales; que son: los de *Sol* y los de *Luna.* Los otros Planetas se hallan tambien algunas veces eclipsados; pero estos eclipses son mas dificiles de notarse.

¿Cuándo suceden los eclipses de Sol?

Cuando la Luna se halla entre el Sol y la Tierra: en esta posicion intercepta en todo ó en parte los rayos del Sol, de modo que entonces tenemos mas ó menos oscuridad. Cuando este eclipse es total, se ven las estrellas como en la noche (Lám. 2, fig. 3).

¿Cómo suceden los eclipses de Luna?

Por la interposicion de la Tierra entre la Luna y el Sol. Se concibe facilmente que entónces los rayos del Sol, siendo interceptados por la Tierra, no pueden alumbrar á la Luna y de consiguiente ésta á nosotros, pues no tiene luz propia, lo que es causa de

que no la veamos pues que solo la percibimos por la luz reflejada que nos envia (Lám. 2, fig. 4).

Para que un eclipse sea total, es necesario que el Sol, la Luna, y la Tierra estén en una línea recta: y á una distancia correspondiente: si no lo están, será parcial.

El círculo que ofrecen á nuestra vista el Sol y la Luna se llama *Disco:* éste se divide en doce partes iguales que se llaman *Digitos*: y así en un eclipse parcial se cuentan los eclipsados diciendo: *Digitos eclipsados, tantos* &c.

DEL FLUJO Y REFLUJO DEL MAR.

¿Qué es lo que se llama Flujo y Reflujo?

Un movimiento periódico y regular de elevacion y baja alternativa, que se observa en las aguas del Oceano y

de los grandes mares.

¿Como se forma el Flujo y Reflujo?

Las aguas durante el tiempo de cerca de seis horas se elevan y extienden sobre la rivera ú orillas del mar, á lo que se llama *Flujo*: en este estado permanecen en reposo algunos minutos, despues de lo cual vuelven á bajar durante otras seis horas, lo que forma el *Reflujo*, y despues principian á elevarse de nuevo, y así sucesivamente.

Tambien se dá el nombre de *Maréa* al flujo y reflujo; y se llama *Alta-mar* el momento en que acaba el flujo, y *Baja-mar* en el que fenece el reflujo.

¿Cuál es la causa de este fenómeno?

La Luna, que por su atraccion hace hinchar al mar sucesivamente por cualquier lugar que pasa, lo que forma el flujo para este lugar; así como para aquel que le es precisamente opuesto sobre la tierra; y forma el reflujo ó Baja-mar en los lugares que se ha-

llan entre ellos. Así se nota que las mareas son mas grandes en las lunas llenas y lunas nuevas que en los cuartos; porque estando en el mismo lado que el Sol, ó estándole directamente opuesta, se añade la accion de este astro al efecto de la Luna; y cuando los equinoccios, hallándose el Sol mas cerca de aquel astro que en los solsticios, en que está apartado de ella á derecha ó izquierda, las mareas son las mas fuertes del año.

¿Sucede el flujo en el mismo instante del paso de la Luna por el Meridiano?

No: porque la resistencia y vaivén de las aguas causa un retardo de cerca de tres horas.

DE LOS COMETAS.

¿Qué es lo que se llama Cometas?

Unos cuerpos celestes, que imperceptibles al principio, aumentan lue-

go de dimensiones y de velocidad, disminuyen en seguida, y en fin desaparecen á nuestra vista.

En los siglos de ignorancia se miraban estos astros como unos meteoros espantosos que nacían en la atmósfera: en el dia se reunen la analogía y la observacion para convencernos de que los cometas son unos cuerpos opacos como los planetas, que se mueven en unas orbitas elípticas muy excentricas, ocupando el Sol uno de sus focos: de esto proviene que estos astros no son visibles sino hácia su perihelio. Partiendo de este punto, la claridad ó luz reflectada que ellos derraman, disminuye progresivamente, y al fin acaba extinguiéndose enteramente. El calor que la influencia de los rayos solares hace sentir á los cometas, disminuye tambien á medida que caminan hácia su afelio, en el que se extingue del todo. Entónces el frio excesivo que experimentan, debe congelar unas

materias que vuelven á tomar el estado de vapores cuando estos astros se encuentran cerca de su perihelio. Estos vapores son los que forman la nebulosidad de que parece estar casi siempre rodeados los cometas; y cuando estos vapores se elevan á una grande altura, ésta rarefaccion combinada, ya con la impulsion de los rayos solares, y ya con la disolucion de estos mismos vapores en el fluido que nos reflecta la luz zodiacal, produce esas largas colas que parecen acompañar á los cometas.

Los cometas no se mueven todos de Occidente á Oriente como los planetas. Los unos tienen un movimiento directo; otros tienen un movimiento retrogrado. Las inclinaciones de sus orbitas no están encerradas en los estrechos límites que embarazan las de los planetas: varían hasta lo infinito, pues las de algunos son casi perpendiculares á la eclíptica.

Si los elementos de la orbita de un

cometa que aparece, son los mismos que los de otro ya observado, se puede concluir que es siempre el mismo cometa, y preveer ó conocer su vuelta. Así es que los astrónomos han reconocido que el cometa que apareció al principio del año de 1759 era el mismo que habia aparecido en 1531, 1607 y 1682; de modo que este cometa emplea cerca de 76 años en volver á su perihelio.

Se ha pronosticado la vuelta de algunos otros cometas, la mas probable era la de el de 1532 que se creía ser el mismo de 1661 y cuya revolucion ó vuelta se ha fijado á los 129 años: este cometa no ha aparecido en 1790, como se esperaba, lo que dá motivo para creer que estos dos cometas no son uno mismo.

En 1794 no se conocian mas que 83 cometas, y en el dia el número de los conocidos asciende á 95, añadiéndose el que vimos en España en setiem-

bre de 1807 en la constelacion de Virgo, que se distinguia claramente por la noche con la simple vista á la parte de Poniente, arrojaba una luz muy viva y tenia cola bastante prolongada. Este cometa es el primero que se ha presentado en este siglo, y uno de los mas hermosos que se han visto hacía muchos, el cual sorprendió la prediccion de los astrõnomos por no estar anunciado en las tablas ni efemerides de la Europa (1).

Los autores hacen mencion de mas de quinientos cometas, y aunque solo se han observado los 95 referidos, existen sin duda muchos centenares y acaso muchos miles. Se han visto muchos á un tiempo: en 11 de febrero de 1760 se vieron dos; y algunos se han observado por espacio de seis meses como el de 1729 y 1773. Todos ellos,

(1) En 1819 se vió otro cometa en Madrid hácia el Norte.

como he dicho, parece giran como los demas astros por el efecto del movimiento diurno; mas tienen tambien igualmente que los planetas un movimiento propio por el que sucesivamente corresponden á diferentes estrellas fijas.

DE LAS ESTRELLAS.

¿Qué son las Estrellas?

Unos cuerpos luminosos por sí mismos, que no son nuestro Sol, pero se presume por analogía pueden serlo de otros tantos sistémas planetarios mayores quizá que el nuestro. Así es como deben considerarse esos astros que brillan por las noches con luz propia sobre nuestras cabezas Distínguense de los planetas en la vivacidad de su brillo, y en que ocupan un lugar invariable en el Firmamento. En una hermosa noche nos imaginamos ver millones de estrellas: no obstante en el cielo mas despejado y bajo el ecuador

en donde se descubre la mitad de la bóveda celeste; la vista mas perspicáz no puede percibir sin telescopio mas que mil y ciento, mil y doscientas, ó cerca de dos mil en todo el Cielo: sin embargo es cierto que son innumerables y que en vano se intentaría el calcularlas (1); verdad es que los teloscopios nos han abierto nuevos puntos de vista, y que con su auxilio se han descubierto millones de estrellas; pero sería un orgullo muy insensato en el hombre querer determinar los límites del Universo por los de sus instrumentos.

¿Cuál es la distancia de las Estrellas fijas á la Tierra?

Si reflexionámos sobre ella, ten-

(1) Aunque en los catálogos de estrellas publicadas por los astrónomos solo se comprende cierto número, no quieren por eso decir que no haya otras muchas, sino que aquellas son las que se han observado y cuya posicion está determinada para los usos de la Geografía, Astronomía y Navegacion.

dremos un nuevo motivo para admirar la grandeza de la Creacion. No se ha podido determinar exactamente; pero se sabe que aquellas que están mas cerca, están lo menos mas de cuatrocientas mil veces mas léjos que el Sol. Su pequeñéz aparente proviene únicamente de esta inmensa distancia que con efecto no puede medirse, puesto que una bala de cañon, aún suponiendo que conservase siempre el mismo grado de velocidad, apenas llegaría al cabo de algunos millones de años á la estrella mas próxima á nuestro Globo.

¿Cómo se han dividido las estrellas?

Las estrellas comparadas entre sí, nos parecen de diversas magnitudes; y esto hace que se las divida en diez clases (los antiguos las dividian en seis). Las mas brillantes se llaman estrellas de primera magnitud, las otras de segunda, tercera &c.

Herschell ha aplicado sus excelen-

tes telescopios á buscar las estrellas y las ha clasificado en ocho clases 1.ª Estrellas aisladas. 2.ª Estrellas dobles. 3.ª Estrellas triples, cuadruplas, quintuplas y multiplicadas. 4.ª Montones de estrellas, ó de la Via lactea. 5.ª Grupos de estrellas. 6.ª Pelotones de estrellas. 7.ª Nebulosidades, y 8.ª Estrellas de aureolas: las que se explican largamente en el *Diccionario de Física* de Libes, al que remito al lector.

¿Qué es la Via Lactea?

Es esa blancura á modo de nube ó rastro luminoso que en una noche serena distinguimos en el Cielo de Medio-dia á Norte, que vulgarmente se llama *camino de Santiago*. Se forma al parecer de una multitud de pequeñas estrellas que no se distinguen ni con la simple vista ni con los anteojos ordinarios; pero con los mayores telescopios se han llegado á divisar estrellas en la *Via Lactea* en mayor número que en parte alguna.

¿Se dividen de algun otro modo las estrellas?

Los Astrónomos han dividido todas las que pueden percibirse en grupos que se llaman *Constelaciones.* En el dia llegan estas á 108, en esta forma: *Ptolomeo* expresó hasta 48; *Helvecio* añadió 12; *Halley* 8, *Bayer* 12; *La-Caille* 16; *Lemonnier* 2; *Lalande* 1; *Poozobut* 1; *Bode* 7; y *Hell* 1. Se llaman constelaciones meridionales las que están hácia el Medio-dia, y septentrionales las que están hácia la parte del Norte.

Los antiguos solo conocian doce de estas constelaciones que son los signos del Zodiaco: las otras han sido formadas sucesivamente y algunas de muy poco tiempo á esta parte. Todos estos grupos de estrellas figuran ya un animal, ya una ave &c. y las formadas por La-Caille representan varios instrumentos de oficios tales como el Taller del Escultor, el Horno químico,

el Relox de péndola, la Maquina neumática &c. &c.

¿Qué es lo que se llama Zodiaco, y cómo se nombran los doce signos de él?

Llámase Zodíaco un círculo que está guarnecido de una banda que es el camino que parece anda el Sol en su carrerra anual, en la cual están puestas las *constelaciones* siguientes: Los tres signos de Primavera que son *Aries*, ó el Carnero ♈: *Taurus* ó el Toro ♉: *Geminis*, ó los Gemelos ♊. Los del Estio son: *Cáncer*, ó el Cangrejo ♋; *Leon* ♌, *Virgo*, ó la Vírgen ♍. Los del Otoño son: *Libra*, ó la Balanza ♎; *Escorpion* ♏: *Sagitario* ♐. Y los de Invierno son: *Capricornio* ♑: *Acuario* ♒: y *Piscis*, ó los Peces ♓ (vease la Lámina 2. figs. 1.ª y 2.ª en cuyo círculo exterior están puestos estos signos).

¿Cuál es la mas notable de las otras Constelaciones?

Entre las septentrionales no hay

ninguna tan notable como la que está mas inmediata al Polo Artico llamada la *Osa menor.* La última estrella de su cola dista solo un grado y 45 minutos del Polo, por cuya razon se la llama *Estrella Polar*, y vulgarmente *Norte.* Esta estrella señala, por decirlo asi, el punto al rededor del cual se hace el movimiento general del Cielo. Se la puede distinguir buscando del lado del Norte la estrella que no varía sensiblemente de lugar en el discurso de una noche, porque únicamente la Estrella Polar se halla en este caso. Mas como sería necesario observar muchas, y seguir á cada una por muchas horas para hallar la que no variase de lugar, es mejor valerse de la *Osa Mayor* para descubrir la Estrella Polar. No hay quien no conozca esta constelacion á que las gentes del campo llaman el *Carro*, que es la *Osa Mayor.* Compónese de siete estrellas que se ven siempre de la parte del Norte, ya mas

altas, ya mas bajas, segun la estacion en que se las observa. En el mes de abril como á las nueve y media de la noche aparece en su mayor elevacion; y al contrario en octubre se halla muy baja ó cerca del Horizonte. Esto basta para manifestar que gira al rededor de otro punto del Cielo que está casi á la mitad de la altura que hay desde el Horizonte al Zenit; y por medio de esta revolucion vemos á la *Osa Mayor* elevarse y bajar despues. Si se la observa muchas veces en una noche, se la verá subir ó bajar sensiblemente como se vé elevarse el Sol por la mañana y descender por la tarde. Pero las dos estrellas mas distantes de la cola de la *Osa Mayor* conducen por una alineacion casi directa hácia la Estrella Polar, siguiendo esta línea á la derecha en verano, á la izquierda en invierno, hácia arriba en otoño, y hácia abajo en primavera.

Así es que la *Estrella Polar* se

descubre siempre en el mismo punto del Cielo. Verdad es que describe un círculo al rededor del Polo; mas su movimiento es tan lento y el círculo tan pequeño, que casi es insensible. Varía, pues, muy poco su situacion y se la vé en cualquiera estacion en la misma parte del Firmamento, lo cual la hace una guia segura para los navegantes particularmente en el Oceano. Antes del descubrimiento de la brújula no tenían los marinos guia mas fiel; y aún hoy dia cuando está el Cielo sereno pueden en muchos casos confiar con mas seguridad en las observaciones de este astro que en las de la aguja nautica (1).

¿Qué se entiende por signos de Primavera, Estio, Otoño, é Invierno?

Los signos de primavera son aquellos en los cuales se encuentra el Sol

(1) Reflexiones sobre la naturaleza 3. impresion tomo 6.° págs. 31, 32 y 33.

durante esta estacion; entendiéndose lo mismo respecto de las otras tres.

DEL TIEMPO Y DEL CALENDARIO.

¿Cómo se divide el tiempo?

Siendo el Sol el astro mas fácil de observarse por nosotros, ha servido para dividir el tiempo en siglos, años, meses, semanas, dias, horas y minutos.

¿Explicadme todo esto?

Un *siglo* es el tiempo que encierra el espacio de cien años: un *año* el de doce meses: un *mes* el de cuatro semanas y algunos dias.

¿Cuál es el número de los meses y el de los dias que tiene cada uno?

Enero, tiene 31 dias: *febrero* 28, y si el año es bisiesto 29: *marzo* 31: *abril* 30: *mayo* 31: *junio* 30: *julio* 31: *agosto* 31: *setiembre* 30: *octubre* 31: *noviembre* 30: y *diciembre* 31.

¿Qué son años comunes y bisiestos?

Se llaman años comunes los que tienen 365 dias, y bisiestos los de 366; y son cada cuatro años, formándose este dia de las horas, minutos y segundos de cada año de los que median de bisiesto á bisiesto; y se omiten tres dias en cuatrocientos años.

¿Qué es una Semana?

El espacio de siete dias.

¿Qué es un Dia?

El dia natural es el tiempo que parece emplear el Sol en dar la vuelta al rededor de la Tierra; y el dia civil es la duracion de 24 horas.

¿Cómo se llaman los dias de la semana?

Domingo, lunes, mártes, miércoles, jueves, viernes, y *sábado*; nombres derivados de los de los planetas á los cuales antiguamente eran consagrados. El domingo era dedicado al Sol; el lúnes á la Luna; el mártes á Marte, el miércoles á Mercurio, el jueves á Júpiter,

el viérnes á Venus, y el sábado á Saturno.

¿Cuentan todas las naciones por el mismo órden?

No: los cristianos comienzan por el domingo; los judios por el sábado, y los mahometanos por el viérnes.

¿Cómo se divide el dia civil?

En dos partes: la noche y el dia propiamente dicho: se le divide tambien en cuatro, á saber: la mañana, el medio-dia, la tarde y la media noche.

¿Qué es el dia propiamente dicho?

El espacio de tiempo que media desde el salir el Sol hasta ponerse.

¿Qué es la noche?

El espacio de tiempo que media desde que el Sol se pone hasta que sale.

¿Qué es la Aurora y el Crepúsculo?

La Aurora es la luz que precede al salir el Sol, y el Crepúsculo la que hay despues de ponerse hasta ser enteramente de noche.

¿Decidme alguna cosa sobre las horas?

El dia, propiamente tal, tiene doce horas; y la noche otras tantas. Los dias no siempre son iguales, pues varían segun las estaciones y la proximidad del ecuador; y así ya es mas largo, y ya es mas corto, y lo mismo la noche. La hora se divide en sesenta partes ó minutos, cada uno de los cuales se divide en sesenta segundos ó instantes.

¿Qué es una Estacion?

Es la division del año que se ha hecho en cuatro partes segun los diferentes grados de calor. Las estaciones son: *Primavera, Estio, Otoño, é Invierno.* La Primavera principia en Madrid el 20 ó 21 de marzo: El Estio el 20 ó 21 de junio: el Otoño el 22 ó 23 de setiembre; y el Invierno el 21 ó 22 de diciembre.

¿Qué es el Equinoccio?

Se llama Equinoccio la época en

que los dias son iguales á las noches: son dos veces al año, á saber: el primer dia de Primavera y el primero de Otoño, y así se llaman *Equinoccio de Primavera*, y *Equinoccio de Otoño*.

Qué es el Solsticio?

Se llama *Solsticio* cada una de las dos épocas en las cuales parece que los dias ni alargan ni acortan: hay dos solsticios: el *Solsticio de Estio* que es en los primeros dias de esta estacion, y el *Solsticio de Invierno* que es asímismo en los primeros dias de esta estacion. Este nombre *Solsticio* quiere decir estacion del Sol, porque en ésta época dicho astro no parece moverse ni hácia el Medio-dia, ni hácia el Norte, y por consiguiente parece detenido.

En el *Solsticio del Estio* es el dia mas largo, y despues principia á menguar; y en el *Solsticio de Invierno* es el dia mas corto, y en seguida principia á crecer.

¿Sucede esta variacion en toda la Tierra?

No: varía segun la situacion del clima respecto al curso ó camino del Sol. Hay pais en donde la noche en todo tiempo es de una misma duracion. En otros en el Estio es de una hora; y bajo los polos la noche dura seis meses y el dia otros tantos.

¿Cuáles son los dias caniculares?

Los dias mas calurosos del año desde el 21 de julio hasta primero de setiembre. Se les ha dado este nombre porque el *Gran Can*, ó la estrella llamada *Canicula*, sale y se pone durante este tiempo tan cerca del Sol que se oculta entre sus rayos.

¿Contaban los Romanos sus meses como nosotros?

No: pues al principio no tenian mas que diez, y en seguida añadieron dos; pero comenzaban siempre el año por el mes de marzo.

¿Qué es el Kalendario?

Una coordinacion de los meses y dias del año con expresion de los que son festivos y feriados para el buen uso de los ciudadanos. La etimología de Kalendario viene de *Kalendas* con que los antiguos marcaban el primer dia de su mes cuando observaban la aparicion de la primera fase de la Luna.

¿Quiénes han sido los reformadores del Kalendario?

Julio Cesar 46 años antes del Nacimiento de N. S. Jesu-Cristo; y el Papa Gregorio XIII en 1682 despues de este nacimiento.

¿Qué es una Olimpiada?

Es un intervalo de cuatro años. Los antiguos Griegos se servian de este modo de contar; porque celebraban cada cuatro años cerca de la ciudad de Olimpia unas fiestas y juegos instituidos por Hercules en honor de Jupiter.

¿Qué es un Lustro?

El espacio de cinco años.

¿Qué es un Jubiléo?

Le celebracion de una cosa notable sucedida en un siglo, ó medio ó en un cuarto de siglo; y se celebraba en Roma.

¿Qué es una Indiccion?

El espacio de quince años. No se usa sino en los Breves de los Papas.

¿Qué es una Epoca?

Es tambien un modo de contar, pero que no designa una duracion fija. Una época nota el tiempo corrido desde un suceso notable hasta otro: por ejemplo desde la creacion del Mundo hasta el Diluvio. Se llama tambien *época* el suceso ó acaecimiento mismo; y así se dice que el nacimiento de Jesu-Cristo y la destruccion del templo y ciudad de Jerusalen son épocas.

DE LA ERA REPUBLICANA FRANCESA.

Aunque la Era de la República francesa no sea esencial saberse por no existir ya, no obstante como esta revolucion forma una época memorable en la Historia, me ha parecido conveniente insertarla aquí, tanto para instruccion de los curiosos, cuanto porque se hallan documentos de fecha de esta época que no podría saberse cual es el dia fijo en que se hicieron ó pasaron los sucesos que se refieren en ellos si no se sabe la correspondencia de los meses republicanos con los nuestros segun el Kalendario Romano.

¿Cuándo comenzó el primer año de la Era francesa?

El 22 de setiembre del año de 1792 de la Era vulgar, dia de la fundacion de la República.

¿Cómo se divide el año Republicano?

En doce meses iguales de 30 dias cada uno: despues de los doce meses seguian cinco dias para completar el año ordinario, y alguna vez seis, segun que la posicion del equinoccio lo requería, á fin de mantener la coincidencia del año civil con los movimientos celestes. Estos dias no pertenecian á ningun mes y se llamaban *dias complementarios*: el año que tenia seis, se llamaba *sextil.* Sucedia cada cuatro años, como el año bisiesto en el Calendario Romano, y asimismo se omitian los tres dias cada cuatrocientos años, como en dicho Calendario.

¿Cuál es el nombre de los meses repúblicanos, y qué concordancia tienen con los del Kalendario Romano?

1. *Vendemiario.*	Principió el año 1792 en 22 de setiembre y acababa en 21 de octubre; pero en el año que seguia inmediatamente al sextil, principiaba y acababa un dia despues, esto es en 23 de setiembre y 22 de octubre. . .	*Otoño.*
2. *Brumario.*	En 22 de octubre, y acababa en 20 de noviembre. . . .	
3. *Frimario.*	En 21 de noviembre, y acababa en 20 de diciembre. . . .	

4. *Nivoso.*	En 21 de diciembre, y acababa en 19 de enero, y en el año inmediato al sextil, en 22 de diciembre y acababa en 20 de enero.	*Invierno.*
5. *Pluvioso.*	En 20 de enero y acababa en 18 de febrero.	
6. *Ventoso.*	En 19 de febrero, y acababa en 20 de marzo, y en el año sextil principiaba y acababa un dia despues.	
7. *Germinal.*	En 21 de marzo, y acababa en 19 de abril.	*Primavera.*
8. *Floreal.*	En 20 de abril, y acababa en 19 de mayo.	
9. *Prairial.*	En 20 de mayo, y acababa en 13 de junio.	
10. *Messidor.*	En 19 de junio, y acababa en 18 de julio.	*Estío.*
11. *Thermidor.*	En 19 de julio, y acababa en 17 de agosto.	
12. *Fructidor.*	En 18 de agosto, y acababa en 16 de setiembre.	

¿Cómo se dividen estos meses?

En semanas como los otros.

¿Cuál es la division del dia?

El dia, de media noche á media noche, se divide en diez partes que se llaman horas.

¿Cómo se dividen las horas?

En diez partes iguales, cada parte en otras diez, y así sucesivamente hasta la mas pequeña porcion medible de

la duracion.

¿Cómo se llama la centesima parte de la hora?

Minuto decimal, y la centesima parte del minuto *segundo decimal.*

DE LAS NUEVAS MEDIDAS FRANCESAS.

¿Cómo se han formado las nuevas medidas?

Se han sacado del grueso mismo de la tierra.

¿Explicadme cómo se ha hecho esto?

Para que la medida principal sea fija é invariable, se ha tomado la diez-millonesima parte de la distancia de un polo al ecuador que hace la cuarenta-millonesima parte del todo de la tierra: se le ha llamado *Metro* (nombre sacado de una palabra griega que quiere decir *medida*), y se ha hecho de él la unidad de longitud, y de ella se han deducido todas las otras medidas.

¿Cuáles son las diversas unidades de medidas?

El *Metro* es, como hemos visto, la unidad de medida linearia: el *Litro* es la unidad de capacidad: el *Grammo* es la unidad de peso: la *Área* la unidad de superficie: el *Ster* la unidad de medida sólida para la leña; y el *Franco* es la unidad monetaria.

¿Cómo se han deducido las otras medidas del Metro?

El *Litro* es igual á un cubo que tuviese la décima parte del Metro en longitud, en anchura ó latitud, y en profundidad.

El *Grammo* es igual al peso de un cubo de agua pura que tuviese la centesima parte del Metro en longitud, latitud y profundidad y á la temperatura del hielo derretido.

La *Area* es una superficie de diez metros de largo sobre cien metros de ancho que hace cien metros cuadrados.

El *Ster* es igual á un metro cúbico.

Y el *Franco* es igual á una pieza de plata de nueve décimas de quilate pesando cinco grammos.

¿Cuál es la correspondencia de estas medidas con las antiguas?

El *Metro* vale 3 pies, 11 líneas y media sobre poco mas ó menos. Y de Castilla 1'19717 varas (1) ó 3 pies, 7 pulgadas, 1 línea y 2'14 puntos, suponiendo que el pie castellano es igual á $\frac{6}{7}$ del pie de París.

El *Litro* vale un poco mas que la azumbre de París: es decir 20 pulgadas cubicas. Y de Castilla un cuartillo y 3'93 copas de vino, es decir, cerca de media azumbre: una libra y 3'96 panillas de aceite (cerca de dos libras): y 3'459 ochavillos de aridos.

El *Grammo* vale sobre 19 granos: y de Castilla 20'031 granos del marco.

La *Area* vale cerca de 25 toesas y media cuadradas. Y de Castilla 143'115

(1) Medida decimal reducida á la vara de Burgos.

varas, ó 109 estadales y 74'9 pies (1).

El *Ster* vale 19 pies cubicos, y es la unidad de las medidas para la leña.

El *Franco* vale una libra tornesa, tres dineros ó un ochavo. Y en moneda de España actualmente 3 reales y 26 maravedís vellon.

¿Cuál es la division de las nuevas medidas?

Estas van todas disminuyendo y aumentando por un valor decuplo; es decir, que se dividen en décimas, centesimas, milesimas, &c. y que se componen juntando diez unidades para hacer una decena, diez decenas para una centena, diez centenas para una milesima, &c.

¿Cómo se expresan las medidas disminutivas?

Poniendo delante de la unidad prin-

(1) Este valor es en medidas toledanas, suponiendo la fanegada de 500 estadales toledanos, y el estadal lineal toledano de 10 pies y 10 pulgadas de Burgos igual á 10 pies toledanos.

cipal los nombres *deci*, *centi*, *mili*, que demuestran que son décimas, centesimas ó milesimas de esta unidad.

¿Cómo se expresan las medidas compuestas?

Poniendo delante de la unidad principal los nombres *deca*, *hecto*, *kilo*, *miria* que denotan que valen diez, ciento, mil, diez mil veces estas unidades.

Dadme algunos ejemplos de las medidas diminutivas y de las compuestas.

El nombre *Deci-metro* expresa la décima parte del metro. *Centi-metro* la centesima. *Mili-metro* la milesima parte.

El nombre *Deca-metro* expresa diez metros: *Hecto-metro* ciento: *Kilo-metro* mil; y *Miria-metro* diez mil metros. Y es lo mismo para todas las otras medidas.

¿Se expresan las monedas del mismo modo?

No: El *Franco* se divide tambien en decenas y centenas, pero sus decenas se llaman décimas y sus centenas

centesimas partes de franco.

¿Cuál es la ventaja de estas nuevas medidas?

Son 1.° ser las mismas en todo pais, en vez de que las otras varian no solo en un pais, sino algunas veces en una misma ciudad; y 2.° el dividirse todas de un mismo modo, por manera que simplifican mucho los cálculos.

NOCIONES

SOBRE LA ESFERA.

¿Qué es lo que se llama Esfera?

Unos globos ó máquinas compuestas de círculos de que nos servimos en Cosmografía para indicar mas fácilmente la situacion de los astros.

Las *esferas* que se llaman *armilares* se componen de muchos puntos y de varios círculos, cuyo conocimiento es necesario en Astronomia.

Los *Globos* son una especie de bo-

las sobre las cuales se ha trazado la posicion de las estrellas distribuidas en constelaciones, y se les llama *Globos celéstes*; ó bien se traza en ellos la posicion de los diversos paises de la tierra, de los mares y de las ciudades, segun su situacion, y entonces se llaman *Globos terrestres.*

Dadme algun conocimiento de los puntos y círculos de las esferas armilares.

Hemos visto al principio de la Cosmografía que en el espacio de cerca de 24 horas la Tierra da vuelta sobre sí misma: se ha imaginado una línea que la atraviesa, de modo que dá vuelta sobre esta línea como lo hace una rueda sobre su eje. Esta línea se llama el *eje de la Tierra*: las dos extremidades de ella son los dos *polos*, el uno llamado del *Norte* ó *Artico*, y el otro del *Mediodia* ó *Antartico.* En seguida se ha imaginado el *Horizonte*, del que hay dos especies, á saber: el *horizonte*

sensible y el *horizonte racional*.

El *horizonte sensible* es el círculo que parece terminar nuestra vista cuando estamos situados en una gran llanura. El *horizonte racional* es un círculo que no se puede ver, pero que nos lo representamos paralelo al primero y dividiendo la Tierra en dos partes iguales. Este horizonte indica el salir y poner de los astros.

Otro círculo es el *Ecuador*: se halla á igual distancia de los polos, y divide tambien la Tierra en dos partes iguales.

El *Meridiano* es el círculo que pasa por los dos polos y en el cual se halla el Sol siempre al mediodia; divide tambien la Tierra en dos partes iguales, la una oriental y la otra occidental.

La *Ecliptica* es tambien otro círculo que corta al Ecuador respecto del cual tiene una inclinacion que se llama *oblicuidad de la Ecliptica*. Este círculo

está guarnecido de una banda que se llama *Zodiaco*, en la cual, como he dicho antes, están puestos los doce signos ó constelaciones.

Los *Coluros* son dos círculos que se encuentran y cortan en ángulos rectos en los polos del Mundo. El uno de ellos pasa por los puntos equinociales de *Aries* y *Libra*, y es el *coluro de los equinocios*; y el otro por los puntos solsticiales de *Cancer* y *Capricornio*, y se llama *coluro de los solsticios*. Dividen la Eclíptica en cuatro partes iguales que toman la denominacion de los puntos por donde pasan, esto es de los cuatro puntos cardinales que son los de Aries, Libra, Cancer y Capricornio (1).

Los círculos de que acabamos de hablar se llaman *mayores*, porque dividen la Tierra en partes iguales. Los siguientes la dividen en partes desigua-

(1) Nueva Geografía universal por William Guthrie, traduccion castellana, tomo 1, página 42 y 43.

les y se llaman *Círculos menores*: estos son los dos *Tropicos* y los dos *Círculos polares*. Los dos Tropicos son los círculos que describe el Sol en los dos puntos mas distantes del ecuador; esto es Cancer y Capicornio: el de hácia el Norte se llama *Tropico de Cancer*, y el de hácia Mediodia *Tropico de Capricornio*. Los dos círculos polares, distantes de cada uno de los polos 23 grados y 28 minutos, son dos pequeños círculos paralelos á los Tropicos situados entre estos y los polos.

¿Qué es lo que se llama Zonas?

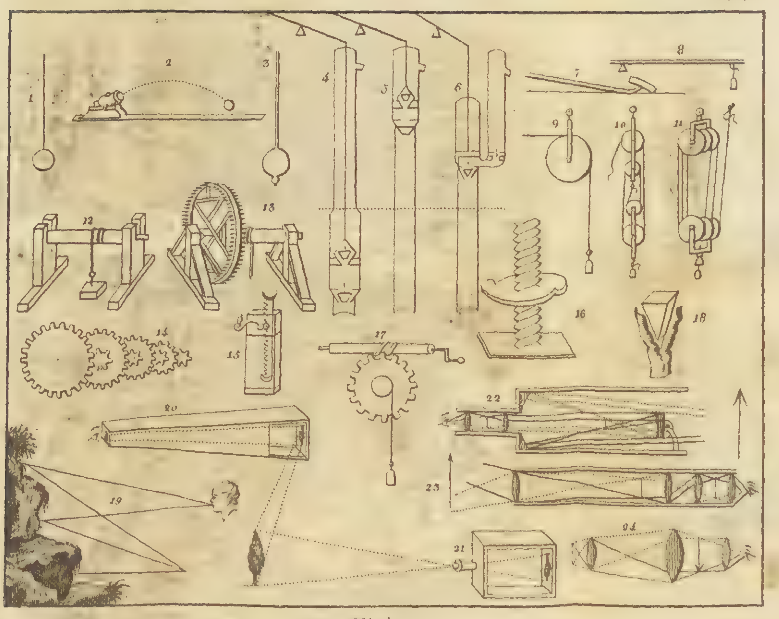
Unas bandas que se hallan determinadas sobre la Tierra por los círculos polares y los Tropicos. Hay cinco, á saber: La *Zona torrida*, que está entre los dos Tropicos: dos *Zonas templadas*, comprendidas cada una entre un Tropico y el Círculo polar mas próximo; y dos *Zonas glaciales*, comprendidas entre cada uno de los polos y los círculos polares.

FIN.

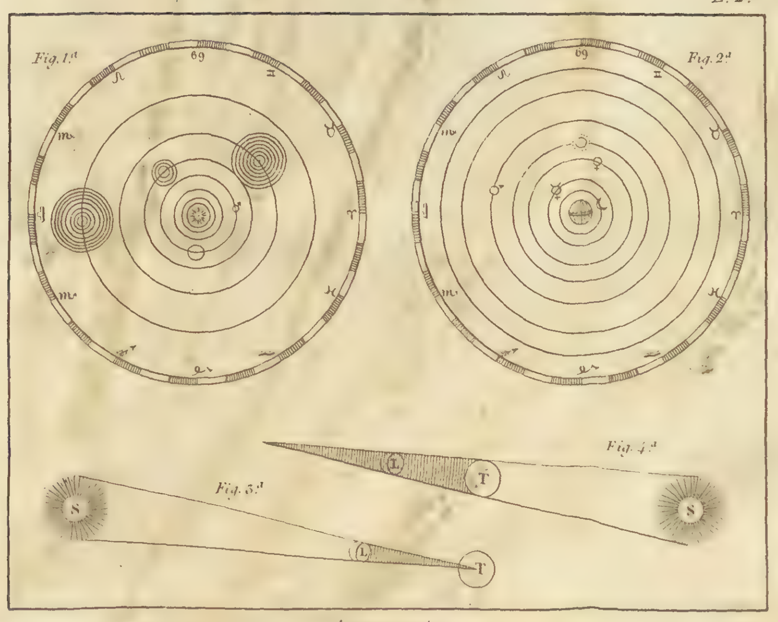
ÍNDICE

de todas las materias contenidas en esta obra.

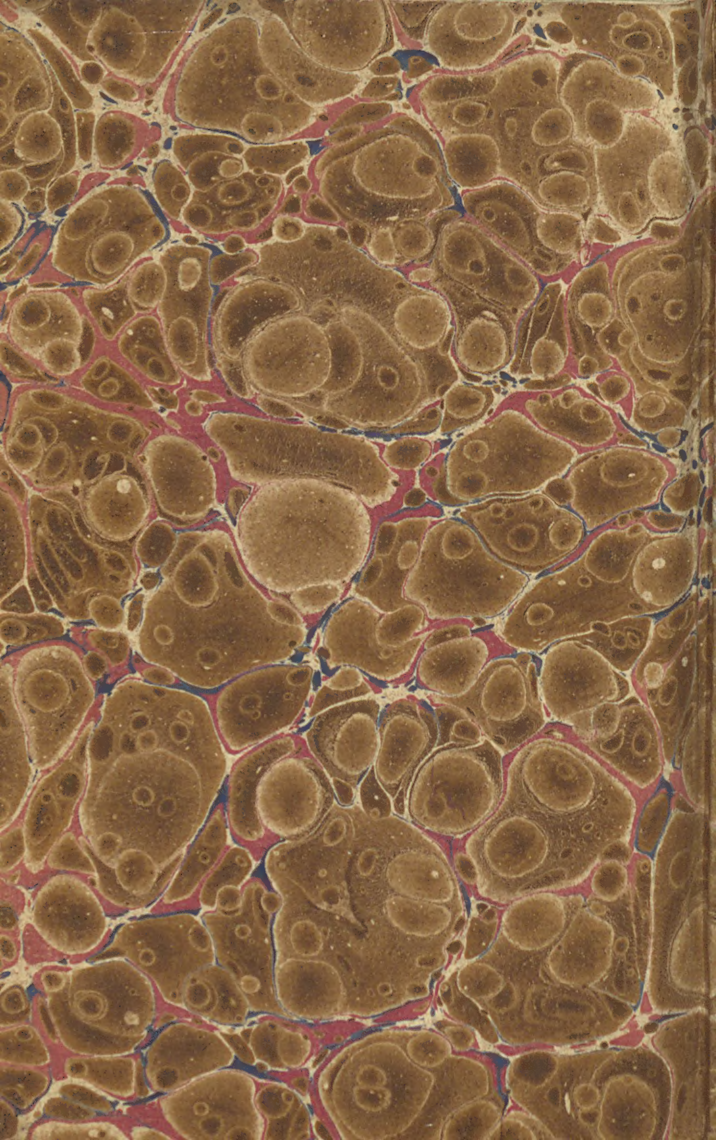
DE LA ASTRONOMIA.

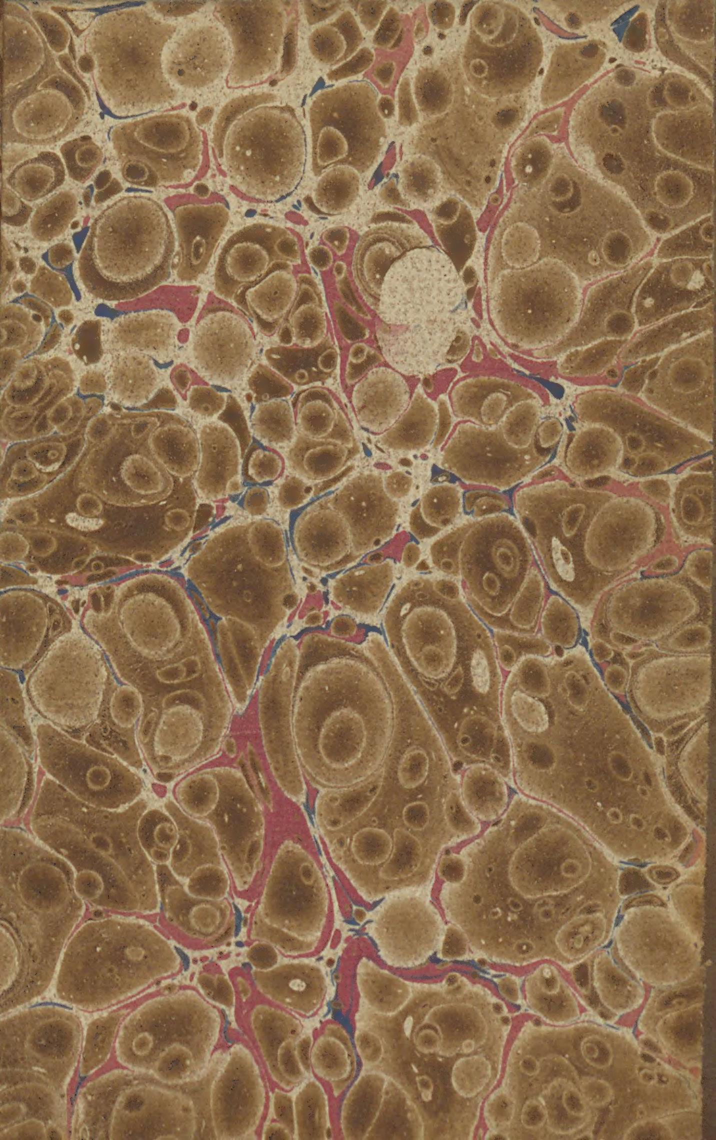


Fisica.



Astronomia.







colorchecker CLASSIC

calibrite

mm